

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ СТІЙКОЇ РОБОТИ СУДНОПЛАВНИХ КОМПАНІЙ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ НА РИНКУ ВАНТАЖОПАСАЖИРСЬКИХ ПОРОМНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1 Позиціонування вантажопасажирських поромів в структурі світового судноплавства

В ході аналізу різних джерел (див. п. 1.3) було виявлено відсутність точного уявлення про місце поромів в структурі ринку світового судноплавства, а також уніфікованого і систематизованого уявлення про існуючі в світовій практиці різновиди поромів. Разом з тим, відомо, що вантажопасажирські пороми об'єднують в собі властивості як вантажних, так і пасажирських суден. Таким чином, їх складно однозначно віднести до одного з існуючих на сьогоднішній день основних ринків морського судноплавства – фрахтового або ринку пасажирських перевезень [137]. Це, в свою чергу, може привести до певних труднощів при вирішенні таких питань:

- позначення цільового ринку компанії;
- розгляд можливості диверсифікації діяльності та розширення ринку їх збуту;
- обґрунтування необхідності виходу з ринку;
- ідентифікація конкурентів і оцінка їхніх переваг тощо.

У зв'язку з цим позиціонування вантажопасажирських поромів в структурі світового судноплавства є своєчасним і актуальним.

Складність ідентифікації поромів на ринку світового тоннажу обумовлена, в першу чергу, безліччю визначень поняття «пором» (див. п. 1.2, 1.3). Найбільш широке поширення в наш час отримали комбіновані пороми, які здатні одночасно перевозити і вантажі, і пасажирів (див. п. 1.2). При цьому, на ряду з комбінованими вантажопасажирськими поромами на світовому судноплавному ринку зустрічаються також пороми, які перевозять лише вантажі, і пороми, які перевозять виключно

пасажирів. Виходячи з цього, з точки зору технічного призначення, пороми можна поділити за об'єктами перевезень на вантажні, пасажирські і вантажопасажирські (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Основні типи поромів, виходячи з кількісного відношення об'єктів перевезення на борту

Об'єкти перевезення	Типи поромів		
	Вантажні (P^B)	Вантажопасажирські (P^{B-P})	Пасажирські (P^P)
Вантажі	$Q_{ван} > 0,4Dч$	$Q_{ван} > 0,4Dч$	$Q_{ван} \leq 0,4Dч$
Пасажири	$N_{пас} \leq 12$	$N_{пас} > 12$	$N_{пас} > 12$
де $Q_{ван}$ та $N_{пас}$ – кількість вантажів та пасажирів відповідно, т, ос.			

Судно вважається пасажирським в тому випадку, якщо воно бере на борт більше 12 пасажирів ($N_{пас} > 12$) [138]. Таким чином, «пасажирський пором» можна визначити, як пором, призначений для перевезення пасажирів в кількості більше 12 осіб. На пасажирських поромках добре розвинена пасажирська інфраструктура. Якщо такий пором, крім пасажирів приймає на борт вантаж, кількість якого складає більш ніж 40% від вантажопід'ємності ($Q_{ван} > 0,4Dч$), то його називають вантажопасажирським [139]. Таким чином, з технічної точки зору, «вантажопасажирський пором» можна визначити як пором, призначений для перевезення більше 12 пасажирів ($N_{пас} > 12$) і вантажів масою понад 40% від чистої вантажопід'ємності ($Q_{ван} > 0,4Dч$) (табл. 2.1).

Крім того, з огляду на той факт, що до вантажних поромів відносяться також пороми, що перевозять 12 і менше пасажирів ($N_{пас} \leq 12$), а до пасажирських поромів відносяться пороми, що перевозять вантаж вагою не більше 40% вантажопід'ємності судна ($Q_{ван} \leq 0,4Dч$), то основні типи поромів в залежності від об'єктів перевезень можна представити у вигляді такої схеми (рис. 2.1).

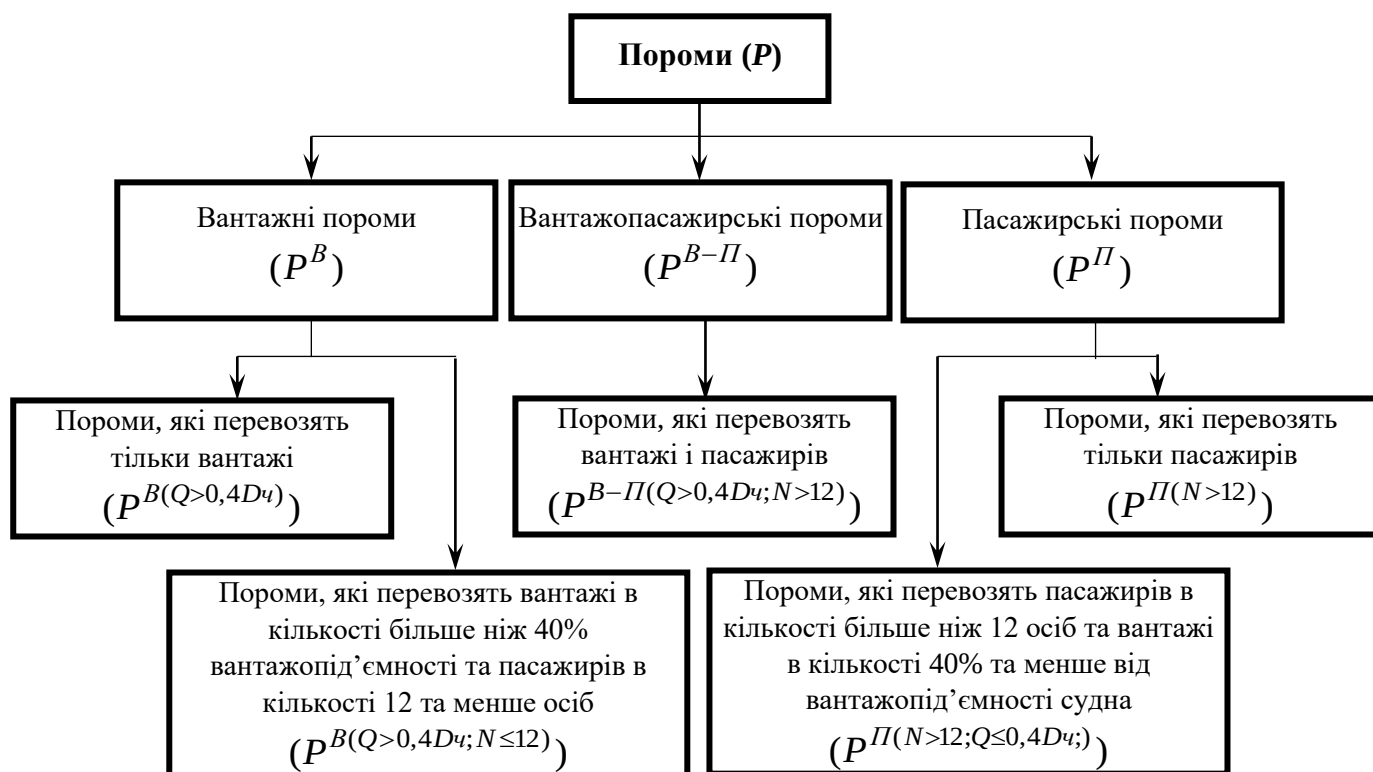


Рисунок 2.1 – Основні типи поромів з точки зору об'єктів перевезення

Наведену вище схему (рис. 2.1) можна формалізувати наступним чином (2.1)-(2.2):

$$\begin{cases} P^B = P^{B(Q>0,4Dч)} \cup P^{B(Q>0,4Dч; N\leq 12)} \\ P^{II} = P^{II(N>12)} \cup P^{II(N>12; Q\leq 0,4Dч)} \end{cases}, \quad (2.1)$$

$$P = P^B \cup P^{B-II} \cup P^{II}. \quad (2.2)$$

Пороми, як відомо, мають багато спільного з пасажирськими і вантажними суднами, зокрема, з суднами накатного типу. Відмінними ознаками є те, що пороми, наприклад, здійснюють перевезення вантажів і пасажирів на відносно невеликій відстані. Це обумовлює меншу тривалість рейсів. Таким чином, пороми, як правило, обслуговують відносно короткі морські лінії (від декількох миль до декількох сотень миль) з інтенсивними і стійкими вантажо- і пасажиропотоками. Тривалість рейсів становить від декількох годин до декількох діб. Причому спостерігається тенденція постійного збільшення протяжності ліній і тривалості рейсів.

Крім того, очевидно, що множина вантажних поромів, які здійснюють вантажні перевезення (P^B), відноситься до множини суден (M^B), що працюють в сфері фрахтового ринку, тобто є його підмножиною: $P^B \subset M^B$. У свою чергу, множина пасажирських поромів, які здійснюють пасажирські перевезення (P^I), належить множині суден, які обслуговують ринок пасажирських перевезень (M^I), $P^I \subset M^I$. У той же час вантажопасажирські пороми охоплюють обидва ринки світового судноплавства, проте в різній мірі впливають на них в залежності від частки перевезених вантажів і пасажирів. Тому, в загальному вигляді, структуру ринку світового судноплавства, наведену в джерелі [137], можна уточнити за основною ознакою – об'єктом перевезення, зобразивши основні ринки (вантажний і пасажирський) у вигляді кіл Венна Ейлера. При цьому, очевидно, що дані ринки знаходяться у відношенні логічного перетину, оскільки обсяг одного з них частково входить в обсяг іншого. Отже, саме ринок вантажопасажирських перевезень (M^{B-I}) буде представлено у вигляді перетину ($M^{B-I} = M^B \cap M^I$) відповідних множин – множини, що відображає ринок вантажних перевезень (M^B) і множини, що характеризує ринок пасажирських перевезень (M^I) (рис. 2.2).

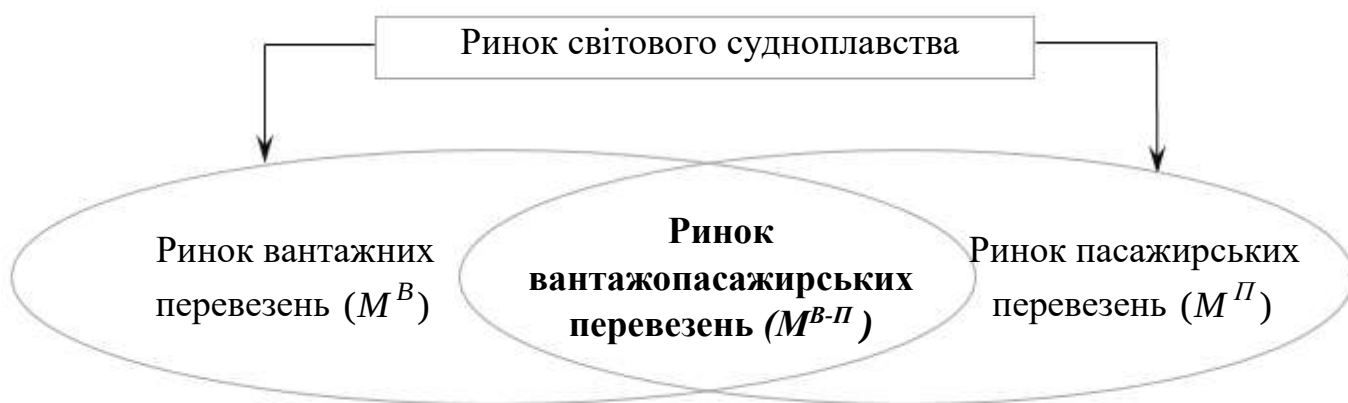


Рисунок 2.2 – Взаємозв'язок ринків вантажних і пасажирських перевезень, які формують ринок світового судноплавства

Однак, як зазначалося вище, до вантажних поромів (P^B) також відносяться пороми, що транспортують крім вантажів також пасажирів в кількості 12 і менше осіб $P^{B(Q>0,4Dq;N\leq 12)}$, формуючи тим самим незначний попит на ринку пасажирських перевезень (M^{Π}). Разом з тим, пасажирські пороми (P^{Π}), що перевозять крім пасажирів також і вантажі в кількості, що не перевищує 40% від чистої вантажопід'ємності судна $P^{B(N>12;Q\leq 0,4Dq)}$, формують невеликий попит на ринку вантажних перевезень (M^B). Однак, в обох випадках, попит на пасажирські та, відповідно, вантажні перевезення настільки малий, що можна їм знехтувати.

З огляду на все вищесказане, покажемо графічно співвідношення логічного підпорядкування і перетину розглянутих множин основних типів поромів і відповідних судноплавних ринків (рис. 2.3).

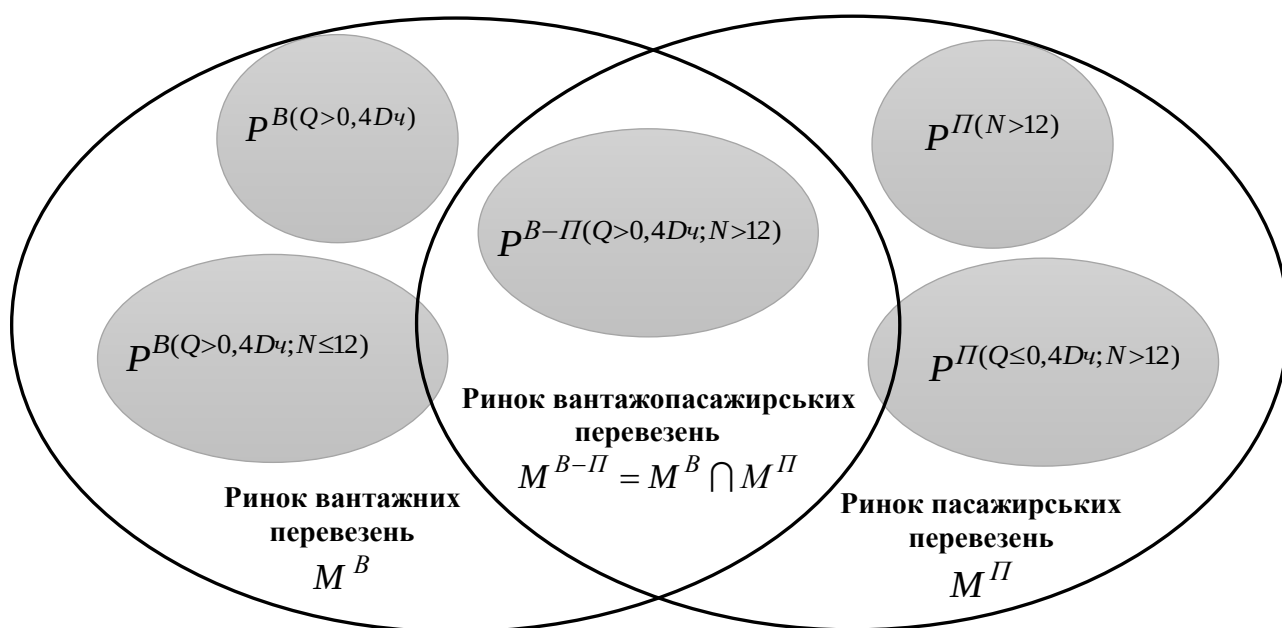


Рисунок 2.3 – Співвідношення логічного підпорядкування і перетину множин основних типів поромів і відповідних судноплавних ринків

Таким чином, інтерпретуємо вищенаведену схему (див. рис. 2.3), ґрунтуючись на теорії множин.

Ринок світового судноплавства умовно можна представити у вигляді двох множин – множини M^B (фрахтовий ринок) і множини M^{Π} (ринок пасажирських перевезень). Елементи підмножини P множини M^B мають властивості вантажних суден (C^6), а елементи підмножини P множини M^{Π} – властивості пасажирських суден, тобто $M^B = \{P | C^6(P)\}$, $M^{\Pi} = \{P | C^n(P)\}$. Разом з тим, перетин множин M^B і M^{Π} (див. рис. 2.3) утворює нова множина $M^{B-\Pi} = M^B \cap M^{\Pi}$, якій належать ті і тільки ті підмножини, які одночасно належать цим множинам $M^B \cap M^{\Pi} = \{P | P \in M^B \wedge P \in M^{\Pi}\}$

Підмножина P^B має виключно властивості C^6 , тобто $P^B \in M^B$. Аналогічно з підмножиною P^{Π} , вона має виключно властивості C^n , тобто $P^{\Pi} \in M^{\Pi}$. У свою чергу, множина $P^{B-\Pi}$, що відображає вантажопасажирські пороми, має одночасно властивості C^6 та C^n , тому цілком знаходиться на перетині множин M^B та M^{Π} , тобто є його підмножиною: $P^{B-\Pi} \in M^B \cap M^{\Pi}$ (див. рис. 2.3).

Крім того, підмножина $P^{B(Q>0,4D\%;N\leq 12)}$, що відображає вантажні пороми, які перевозять пасажирів в кількості 12 і менше осіб, в основному, має властивості C^6 . Однак не варто випускати з уваги, що елементи даної підмножини (хоч і не значно) також впливають на формування попиту на ринку пасажирських перевезень, про що згадувалося вище. Це вказує на наявність у таких поромів як властивостей C^6 , так і C^n . У зв'язку з цим підмножина $P^{B(Q>0,4D\%;N\leq 12)}$ частково належить ринку вантажопасажирських перевезень $M^{B-\Pi}$ (див. рис. 2.3).

Аналогічні міркування можна привести з підмножиною $P^{\Pi(N>12;Q\leq 0,4D\%;)}$, що відображає пасажирські пороми, які перевозять також і вантаж, але в кількості не більше 40% від чистої вантажопід'ємності судна. Як зазначалося вище, такі пороми формують також попит (хоч і невисокий) на перевезення вантажів, а це означає, що

вони мають властивості вантажних суден C^6 . Тому підмножина $P^{II(N>12;Q\leq 0,4D_4)}$ частково належить ринку вантажопасажирських перевезень M^{B-II} (див. рис. 2.3).

Все розмаїття вантажних, пасажирських і вантажопасажирських поромів можна розукрупнити за такими двома основними ознаками – за номенклатурою вантажів, для перевезення яких призначені пороми і за цілями пасажирів, які обрали пором як транспортний засіб. Найбільш укрупнена номенклатура вантажів, для перевезення якої призначений пором, складається з автомобілів і залізничних вагонів, які можуть виступати як самостійними вантажними одиницями, так і засобами укрупнення вантажів. Вантажні пороми, які призначені для перевезення тільки автомобілів (в якості вантажів та/або в якості засобу укрупнення вантажів), називають автомобільними поромами або «ро-ро» поромами. Вантажні пороми, які призначені для транспортування тільки вагонів (в якості вантажів та/або в якості засобу укрупнення вантажів) – залізничні пороми. Їх, в свою чергу, поділяють на залізничні пороми, які призначені для перевезення тільки вагонів, а також на пороми, які призначені для перевезення як вагонів, так і пасажирів в кількості 12 і менше осіб ($N_{nac} \leq 12$) [138]. Існують так само комбіновані автомобіле-залізничні пороми. Їх поділяють на ті, які призначені тільки для перевезення вантажів, і ті, які, крім вантажів, перевозять не більше 12 пасажирів ($N_{nac} \leq 12$).

У свою чергу, пасажирів, які використовують пороми, поділяють на тих, хто зацікавлений лише в транспортуванні з пункту А до пункту Б (бізнес-поїздки, супроводження вантажів), і тих, хто цікавиться поїздкою з метою розваги, подорожі, туризму. І ті, і інші для транспортування можуть використовувати швидкісні пасажирські пороми. Крім того, пасажирів, що подорожують своїми транспортними засобами, і бажають отримати від поїздки, в першу чергу, зручність і комфорт, використовують «ро-ро» пасажирські пороми (або автомобіле-пасажирські пороми), які також є круїзними поромами з автомобільною палубою. На таких суднах добре розвинений пасажирський комплекс (див. п. 1.2). У свою чергу, пасажирів, які перевозяться в якості осіб, що супроводжують вантаж, використовують, як правило,

«ро-пакс» пороми, які, по суті, представляють собою комбіновані автомобіле-залізнично-пасажирські судна з погано розвинутими пасажирськими комплексами. Уточнена класифікація основних видів поромів, затребуваних на світовому судноплавному ринку, представлена на рис. 2.4.

Крім того, не дивлячись на технічне призначення поромів транспортувати автомобілі (у тому числі вантажні автомобілі, автобуси, семі-трейлери, TIR/трейлери) та/або залізничні вагони, вони також у якості вантажів приймають до перевезення контейнери на залізничних платформах або ролл-трейлерах, іншу важку накатну техніку – екскаватори, трактори, будівельну техніку (в тому числі на гусеничному ході). На додаток до цього, разом з вантажами, які розміщуються в спеціально відведених приміщеннях для накатних вантажів, пороми приймають вантажі і на верхню палубу. Так, на ринку поромних перевезень широко використовується практика транспортування на верхній палубі порому мотоциклів, контейнерів, вантажів на палетах (цитрусові, будівельні вантажі, обладнання), тварин в клітках та інші вантажі. Вантажні роботи із палубними вантажами, якщо вони не розміщуються на колісних платформах, виконуються вертикальним методом, тобто методом lift on/lift of.

Як вже зазначалось (див. п. 1.2) вантажопасажирські пороми відрізняються між собою залежно від розвитку пасажирської інфраструктури та наявності розваг на борту. Варто нагадати, що «ро-ро» пасажирські пороми – вантажопасажирські судна, які призначені для перевезення пасажирів, що подорожують своїми автомобілями, а «ро-пакс» пороми – вантажопасажирські судна, які призначені для перевезення накатної техніки і обмеженої кількості пасажирів (максимум 200 осіб), як правило тих, що супроводжують вантажі, – водіїв автотранспортних засобів.

Причому перевезення поромами «ро-пакс» за останні 15 років знайшли широке застосування на Чорному морі, з'явилося чимало ліній і продовжують з'являтися нові [76].

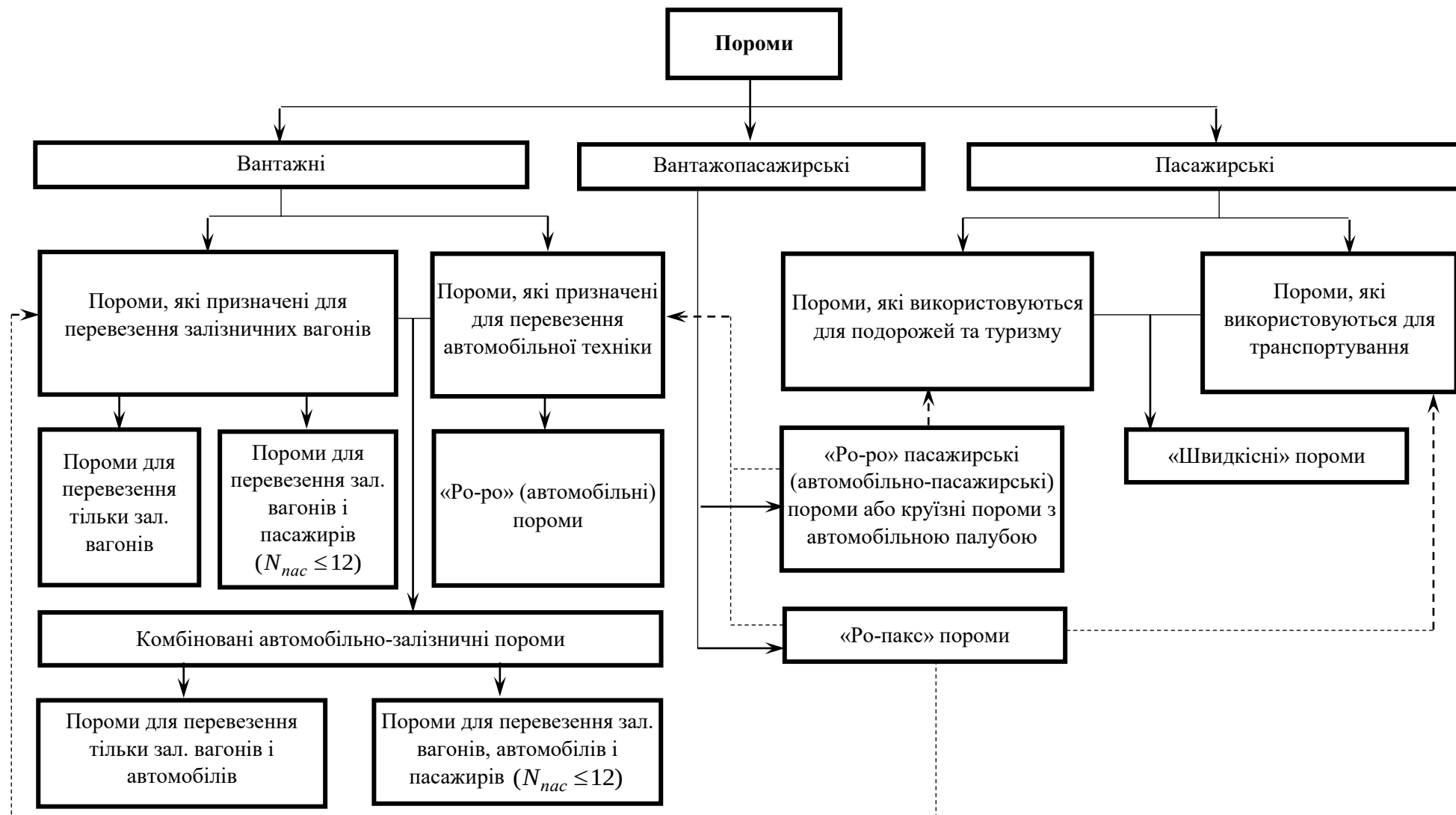


Рисунок 2.4 – Класифікація суден-поромів з точки зору номенклатури вантажів, що перевозяться та цілей переміщення пасажирів

Виходячи з вищенаведеного, можна стверджувати, що вантажопасажирський пором надає дві основні послуги:

- перевезення вантажів;
- перевезення пасажирів.

Причому при роботі «ро-ро» пасажирського порома, як правило, попит на перевезення пасажирів одночасно формує попит на перевезення автомобілів, а при роботі «ро-пакс» порома – навпаки, попит на перевезення вантажів одночасно формує попит на перевезення пасажирів. Виходячи з цього, можна стверджувати, що на вантажопасажирських поромах перевезення вантажів і перевезення пасажирів є «відносно комплементарними благами». Іншими словами, значення перехресної еластичності попиту від ціни (e), що відображає кількісну зміну попиту при зміні ціни на 1%, – менше 0 [140].

При роботі «ро-ро» пасажирського порома «коефіцієнтом перехресної еластичності попиту від ціни» є відношення відносної зміни попиту на перевезення вантажів до відносної зміни ціни за пасажирський квиток (2.3) (рис. 2.5 а).

$$e_{ван.пас} = \frac{\Delta Q_{ван} / Q_{ван}}{\Delta f_{пас} / f_{пас}} = \frac{\Delta Q_{ван}}{\Delta f_{пас}} \cdot \frac{Q_{ван}}{f_{пас}} < 0, \quad (2.3)$$

де $Q_{ван}$ – розмір попиту на перевезення вантажів;

$f_{пас}$ – ціна пасажирського квитка.

При роботі «ро-пакс» порома коефіцієнтом перехресної еластичності попиту за ціною є відношенням відносної зміни попиту на перевезення пасажирів до відносної зміни ставки за перевезення вантажу (2.4) (рис. 2.5 б).

$$e_{пас.ван} = \frac{\Delta N_{пас} / N_{пас}}{\Delta f_{ван} / f_{ван}} = \frac{\Delta N_{пас}}{\Delta f_{ван}} \cdot \frac{N_{пас}}{f_{ван}} < 0, \quad (2.4)$$

де $N_{пас}$ – розмір попиту на перевезення пасажирів;

$f_{ван}$ – ставка за перевезення вантажів.

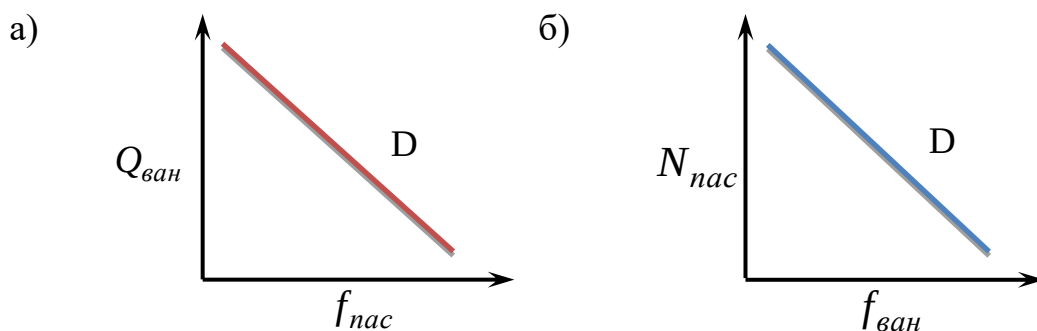


Рисунок 2.5 – Зміна попиту (D) від ціни при роботі:

а) «ро-ро» пасажирського порома;

б) «ро-пакс» порома

Від'ємна перехресна еластичність комплементарних благ при роботі «ро-ро» пасажирського порома (2.3) і порома типу «ро-пакс» (2.4) означає, що попит на перевезення вантажів (пасажирів) і ціна на перевезення пасажирів (вантажів) змінюються в протилежних напрямках.

Якщо перехресна еластичність попиту за ціною виявиться рівною 0, ($e_{ван.пас} = 0$ та $e_{пас.ван} = 0$), то перевезення вантажів і транспортування пасажирів є незалежними благами, і зміна ціни на одну послугу не призведе до зміни попиту на іншу послугу. Отже, можна судити про те, що вантаж на даному поромі транспортується без супроводу, і навпаки – пасажирів перевозяться без вантажу.

Аналогічні міркування можна привести як для вантажних поромів, що транспортують пасажирів ($N_{пас} \leq 12$), так і для пасажирських поромів, що транспортують вантаж ($Q_{ван} \leq 0,4Dч$).

Крім того, слід зазначити, що розглянуті види вантажопасажирських поромів можуть бути взаємозамінні для споживачів (вантажовласників і пасажирів). Так, наприклад, як зазначалося в п. 1.2 на «ро-ро» пасажирських поромах можуть транспортуватися автомобілі ні в якості особистого транспорту подорожуючих пасажирів, а як комерційний вантаж. Аналогічно і «ро-пакс» пороми можуть

перевозити не тільки осіб, що супроводжують комерційний вантаж, а й туристів з власним транспортом.

У таких випадках послуги з транспортування вантажів та/або пасажирів «ро-ро» пасажирським поромом і послуги з перевезення вантажів та/або пасажирів «ро-пакс» поромами є «взаємозамінними благами» або «благами-субститутами». Це означає, що значення перехресної еластичності попиту від ціни (e) – більше 0.

При цьому «коефіцієнтом перехресної еластичності попиту за ціною» є:

– відношення відносної зміни попиту на перевезення вантажів «ро-ро» пасажирським поромом до відносної зміни ціни на перевезення вантажів «ро-пакс» поромом (2.5):

$$e_{ro-ro}^{ro-paks} = \frac{\Delta Q_{ван}^{ro-ro} / Q_{ван}^{ro-ro}}{\Delta f_{ван}^{ro-paks} / f_{ван}^{ro-paks}} = \frac{\Delta Q_{ван}^{ro-ro}}{\Delta f_{ван}^{ro-paks}} \cdot \frac{Q_{ван}^{ro-ro}}{f_{ван}^{ro-paks}} > 0, \quad (2.5)$$

де $Q_{ван}^{ro-ro}$ – величина попиту на перевезення вантажів «ро-ро» пасажирським поромом;

$f_{ван}^{ro-paks}$ – ставка за перевезення вантажу «ро-пакс» поромом;

– відношення відносної зміни попиту на транспортування пасажирів «ро-ро» пасажирським поромом до відносної зміни ціни на транспортування пасажирів «ро-пакс» поромом (2.6):

$$e_{ro-ro}^{ro-paks} = \frac{\Delta N_{пас}^{ro-ro} / N_{пас}^{ro-ro}}{\Delta f_{пас}^{ro-paks} / f_{пас}^{ro-paks}} = \frac{\Delta N_{пас}^{ro-ro}}{\Delta f_{пас}^{ro-paks}} \cdot \frac{N_{пас}^{ro-ro}}{f_{пас}^{ro-paks}} > 0, \quad (2.6)$$

де $N_{пас}^{ro-ro}$ – величина попиту на перевезення пасажирів «ро-ро» пасажирським поромом;

$f_{пас}^{ro-paks}$ – ціна пасажирського квитка на «ро-пакс» поромі.

Додатна перехресна еластичність благ-субститутів в цьому випадку означає, що попит на перевезення вантажів «ро-ро» пасажирським поромом і ціна на перевезення вантажів «ро-пакс» поромом змінюються в одному напрямку (рис. 2.6).

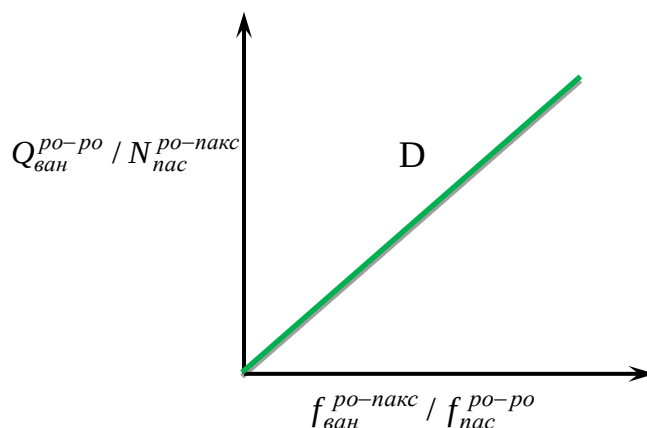


Рисунок 2.6 – Зміна попиту (D) від ціни для взаємозамінних поромів «ро-ро» та «ро-пакс»

Таким чином, оцінюючи показник еластичності, можна судити про взаємодоповнюваність або незалежність послуги з перевезення вантажів і послуги з перевезення пасажирів при роботі різних видів вантажопасажирських поромів, а також про взаємозамінність або незалежність послуг з транспортування вантажів та/або пасажирів різними видами вантажопасажирських поромів.

Оцінюючи показник еластичності, судноплавне підприємство, не вдаючись до додаткових досліджень, може вирішити ряд питань, пов'язаних з позначенням цільового ринку компанії, можливістю диверсифікації своїх послуг і розширенням ринку їх збуту, аналізом зовнішнього середовища і можливістю цінової конкуренції, обґрунтуванням гнучкої системи знижок і політики тарифної лояльності.

Аналіз поромної лінії за допомогою показника еластичності попиту за ціною наведено в додатках (Додаток Р).

При цьому, незалежно від аналізованих типів вантажопасажирських поромів на перший план все частіше виходять задачі, які пов'язані із забезпеченням сталої роботи СК, які їх експлуатують (див. п. 2.2).

2.2 Сталість і рівновага в аспекті управління судноплавною компанією, яка експлуатує вантажопасажирські пороми

Функціонування СК, які експлуатують вантажопасажирські пороми, так само, як і діяльність інших перевізників, здійснюється в залежності від умов ринку, на якому реалізуються послуги компанії, а також законів, які на даних ринках діють. В сучасних умовах волатильності і мінливості, зовнішнє середовище серйозно впливає на діяльність СК і ставить на перший план питання про її можливість самостійно виходити з кризи, долати спади і забезпечувати собі нормальне і безпечне функціонування. У зв'язку з цим актуальним є вивчення діяльності СК з точки зору поняття «сталість», яке є одним з основних понять в теорії систем і управління. Згідно [81] воно визначається, як первинна якість будь-якої системи, що передуює завадостійкості, керованості, здатності, самоорганізації.

Поняття «сталість» на сьогоднішній день не до кінця визначено, хоча і використовується практично у всіх галузях наукових знань. Його значення в інформаційних джерелах [81-99, 141-149] (Додаток С), трактується по-різному, а розбіжності в існуючих визначеннях вимагають уточнення.

Далеко невичерпний перелік визначень «сталості» (див. Додаток С), продемонстрував багатогранність даного поняття в сучасному його розумінні. Результати проведеного аналізу переконливо показали, що немає єдиного загальноприйнятого визначення цього терміну, а зміст відповідного поняття залежить від конкретної галузі наукових і практичних знань, від цілей і об'єкта дослідження. Незважаючи на це, в роботі [83] зроблено спробу, виправити цей недолік в загальнонауковому понятійно-категоріальному апараті. Згідно [83]: «Сталість – властивість системи S збігатися за ознаками $\{O\}$ до і після змін $\{Z\}$, викликаних дією чинників $\{Ч\}$ ». У свою чергу, в дослідженні [90] також було усвідомлено загальносистемну природу сталості і запропоновано її визначення в наступному формулюванні: «Сталість є властивість системи S зберігати ознаки $\{O\}$ завдяки обставинам $\{Об\}$, щодо змін $\{Z\}$, викликаних чинниками $\{Ч\}$. Однак,

очевидно, що вищенаведені, на перший погляд, універсальні і загальнонаукові визначення [83, 90], при більш глибокому вивченні питання недоцільно використовувати до всіх, без винятку, систем. Наприклад, дані визначення не застосовні до такої складної соціотехнічної системи, що динамічно розвивається, як СК. У зв'язку з цим, з метою забезпечення адекватного застосування в подальшому дослідженні понятійно-категоріального апарату необхідно провести додатковий аналіз теоретичних основ сталості і уточнити однойменне поняття стосовно функціонування СК.

В результаті аналізу існуючих підходів до визначення сталості, встановлено, що в кожному конкретному випадку мова йде про специфічні відмінні ознаки, які властиві даним системам. Однак при цьому простежується щось спільне, що характерно для систем будь-якої природи. Це загальне полягає в тому, що під «сталістю» мається на увазі здатність системи адекватно реагувати на різного виду обурення. При цьому система є сталою, якщо вона здатна зберегти стан нормального функціонування до і після впливу збурюючих впливів. У свою чергу, під нормальним (або вірним) розуміється таке функціонування системи, при якому процеси, що в ній протікають, і параметри, що їх відображають, забезпечують реалізацію основного призначення системи, для якого вона була створена. Основним призначенням СК є надання послуг з перевезення вантажів та/або пасажирів. Причому, якщо система підтримує своє нормальне функціонування протягом певного періоду часу, незалежно від умов зовнішнього та/або внутрішнього середовища, то можна характеризувати її функціонування як стабільне. Оптимістичним варіантом нормального функціонування системи є така її робота, при якій забезпечується отримання прибутку. Однак, з огляду на циклічність судноплавної галузі, ефективно працювати (з позиції отримання позитивного фінансового результату) не завжди представляється можливим. Незважаючи на це, своє нормальне функціонування СК повинна підтримувати постійно, незалежно від сценарію розвитку подій (оптимістичного або песимістичного), тобто вантажі та пасажирів повинні бути перевезені, згідно з поданими заявками і придбаними

квитками. При цьому, особливо в умовах кризи, робота окремих суден і флоту в цілому в кращому випадку може забезпечити отримання нульового прибутку, а в гіршому – принести збитки.

У роботах австралійського вченого Л. Фон Берталанфі підкреслено велике значення обміну системи речовиною, енергією і ентропією із зовнішнім середовищем. Перебуваючи в умовах складного і динамічного середовища, система відчуває на собі вплив багатьох і далеко не завжди передбачуваних факторів, здатних порушити її стабільне і нормальне функціонування [97].

Можливість системи протистояти впливу середовища і продовжувати нормально функціонувати характеризує її сталість. В іншому випадку система нестала і зазнає краху. У процесі такого протистояння сталої системи і середовища, перша прагне повернути своє нормальне функціонування і забезпечити параметри, які цьому сприяють. Слід зазначити, що значення параметрів системи, при яких вона стабільно функціонує до і після впливу збурюючих впливів, часто не збігаються. Тобто стала система повертає не конкретні значення параметрів, які відповідали стабільності до впливів середовища, а саму стабільність, забезпечуючи при цьому відповідні параметри. Наприклад, зі зниженням попиту на ринку поромних перевезень, в якості управлінського рішення СК, що експлуатує пороми, може або продати/здати судно на інший ринок, або знизити ціни на перевезення вантажів та/або пасажирів. У першому випадку пропозиція тоннажу зменшується і встановлюється певний баланс між попитом і пропозицією на перевезення. У другому – зниження ціни призводить до зростання попиту, і, таким чином, пропозиція тоннажу також врівноважується попитом на нього. Очевидно, що в обох випадках величини попиту і пропозиції відрізняються, проте при цьому в кожному окремому випадку між ними дотримано певний баланс. Таким чином, стала система прагне до підтримки певного балансу між діючими на неї силами. В контексті цього твердження слід звернутися до поняття «рівновага».

Рівновага системи – це такий її стан, в якому вона знаходиться під впливом рівних, протилежно спрямованих і тому взаємно знищуваних сил. Це означає, що

рівновага системи характеризується гармонійним, збалансованим співвідношенням сил, що діють на неї. Якщо система здатна зберігати свій стан як завгодно довго без впливів, що обурюють або при постійній їхній дії, то вважається, що така система перебуває в стані рівноваги. Таким чином, для забезпечення свого нормального і стабільного функціонування система повинна знаходитися в стані рівноваги. Процес встановлення рівноваги в системі називається «релаксацією» [97]. Однак, для відкритих систем рівновага може бути тільки «миттю в процесі безперервних змін» [98]. Це пов'язано з тим, що такі системи функціонують в умовах постійного руху і волатильності зовнішнього середовища. Отже, система не може перебувати в безперервній рівновазі. Однак стала система прагне до цього стану на кожному етапі свого функціонування. Тут рівновага системи асоціюється з процесом її нормального стабільного функціонування в динамічно мінливих умовах зовнішнього середовища, обурення якого врівноважуються адаптаційними властивостями системи. В аспекті даного дослідження, рівновага являє собою характеристику стану системи, – окремий випадок сталості, яка, в свою чергу, є характеристикою самої системи.

Якщо рівновагу системи в момент t порушено збурюючими факторами на величину $\Delta\varepsilon$, то, при $\Delta\varepsilon^{t+1} \rightarrow 0$, рівновага вважається сталою, в іншому випадку $\Delta\varepsilon^{t+1} \rightarrow \infty$, а рівновага – нестала. Однозначно, що здатність системи повертати свою рівновагу, тобто підтримувати сталу рівновагу відображає сталість самої системи. Однак, необхідно відзначити, що нестала рівновага не завжди є ознакою несталості системи в цілому, – вона може перейти в новий стан рівноваги, і продовжити нормально функціонувати. Поряд зі сталою і несталою рівновагами, наприклад, в механіці виділяють третій тип рівноваги – байдужу, при якій будь-яка точка системи є точкою рівноваги. Відомо, що багато властивостей біологічних, фізичних і механічних систем можуть бути адекватно перенесені на системи іншої природи, в тому числі, на соціально-економічні і технічні. У зв'язку з цим адаптуємо вищевикладені положення до процесу функціонування СК.

Як відомо, СК є складною, відкритою, динамічною системою. Процес її руху в часі, тобто її динаміку, можна символічно описати функцією (2.7):

$$F_{t_0 t}[f(\{x_k\}_{t_0})] = f(\{x_k\}_t) \quad (2.7)$$

$$(k \in K, t \in T),$$

де $\{x_k\}$ – сукупність параметрів, що відображають стан СК;

$f(\{x_k\}_{t_0})$ – функція, що відображає стан СК в момент t_0 ;

$f(\{x_k\}_t)$ – функція, що відображає стан СК в момент t ;

$F_{t_0 t}[f(\{x_k\}_{t_0})]$ – функція, що описує правило переходу СК із стану в момент t_0 до її стану в момент t .

У зв'язку з динамічністю СК основними характеристиками процесів, що протікають в ній, є нерівноважність і нелінійність. Іншими словами, відкрита динамічна система не може перебувати постійно в стані рівноваги, вона досягає цього стану в окремі моменти часу t . При цьому СК, яка є сталою системою, або повертається в первісний стан рівноваги (рівновага до впливів, що обурюють), або переходить в інший рівноважний стан. У зв'язку з цим, проведемо аналіз рівноваги СК в кожен момент часу t .

З другого закону Ньютона випливає, що, якщо «геометрична сума всіх зовнішніх сил, прикладених до тіла, дорівнює нулю, то тіло знаходиться в стані спокою або здійснює рівномірний прямолінійний рух», тобто $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$.

СК, в свою чергу, має властивість активності, в тому числі – свободи вибору прийнятих рішень, на підставі яких СК функціонує і змінює свій стан. Таким чином, не тільки зовнішнє середовище (ЗС) (термостат) впливає на СК, але і СК впливає на своє оточення з певною силою. Причому вважається, що термостат завжди знаходиться в рівновазі з самим собою і є настільки великим, що його власна рівновага не порушується при взаємодії з системою. Однак, як показує практика, така система як СК може в тій чи іншій мірі вплинути на зовнішнє середовище. Для

СК, як активного елементу ЗС, внутрішні процеси і взаємодії її підсистем відбуваються за допомогою реалізації механізмів прийняття рішень в рамках різних функціональних контурів [147].

Таким чином, застосувавши другий закон Ньютона, можна формалізувати умову рівноваги системи в момент t (2.8):

$$Eq^{CK(t)} : \sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{CK(t)} + \sum_{j=1}^M \vec{F}_j^{3C(t)} = 0, \quad (2.8)$$

де $\vec{F}_i^{CK(t)}$ – i -а сила, з якою СК впливає на ЗС в момент t , N – кількість таких сил;

$\vec{F}_j^{3C(t)}$ – j -а сила, з якою ЗС впливає на СК в момент t , M – кількість таких сил.

У розглянутому випадку (2.8), можна говорити про те, що сили СК і ЗС врівноважують одна одну, і СК знаходиться в стані рівноваги.

Слід зазначити, що сукупності сил СК і ЗС, що впливають не є простими геометричними сумами, оскільки їм властива емерджентність. У зв'язку з цим за допомогою математичного апарату можна формалізувати:

– загальну силу впливу СК на ЗС $\sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{CK(t)}$ наступним чином:

$$\sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{CK(t)} = f(X^{CK(t)});$$

– загальну силу впливу ЗС на СК $\sum_{j=1}^M \vec{F}_j^{3C(t)}$ так: $\sum_{j=1}^M \vec{F}_j^{3C(t)} = f(Y^{3C(t)}).$

Важливо відзначити, що в контексті даного дослідження представлені функції $f(X^{CK(t)})$ та $f(Y^{3C(t)})$ не приймають певного кількісного значення і не мають певної одиниці виміру, оскільки впливи СК на ЗС та ЗС на СК, відбуваються в усіх аспектах їхньої взаємодії. Наприклад, вплив СК можна оцінювати з точки зору формування цін на морське перевезення або з точки зору задоволення попиту на нього. Таким чином, $f(X^{CK(t)})$ и $f(Y^{3C(t)})$ доцільно представляти у вигляді відповідних векторів: $f(X^{CK(t)}) = (\chi_1^t; \chi_2^t; \dots; \chi_g^t; \dots; \chi_G^t); f(Y^{3C(t)}) = (\gamma_1^t; \gamma_2^t; \dots; \gamma_h^t; \dots; \gamma_H^t).$

При цьому, які саме чинники χ_g^t та γ_h^t розглядати, залежить від особи, що приймає рішення (ОПР), від цілей, які стоять перед нею і компанією. Головне, щоб обрані нею для аналізу результативні показники роботи СК (χ_g^t) були порівнянними з відповідними показниками ЗС (γ_h^t), враховуючи, що вектор впливів СК і вектор впливів ЗС спрямовані на зустріч один одному, а, отже, – різноспрямовані.

Проводячи аналогію з теоретичними положеннями одного з розділів механіки – статички, всі параметри ЗС, що тягнуть за собою зміни впливу на СК і, отже, визначають її стан можна умовно вважати «ступенями свободи» СК. Для СК, так само, як і для інших систем, характерна наявність декількох найбільш важливих «колективних» ступенів свободи, інші, так звані мікроскопічні ступені свободи, не помітні окремо, а сприймаються всі разом.

В термодинаміці рівновага означає відсутність в системі змін, що спостерігаються. Однак, очевидним є те, що для розвитку такої системи як СК необхідно зазнавати зміни всередині себе. В результаті таких змін СК виходить з вже досягнутого стану рівноваги і ризикує втратити сталість. Щоб уникнути цього суб'єкту управління СК (керуючій системі) необхідно приймати чіткі та обґрунтовані рішення, незалежно від функціонального контуру [19].

У загальному випадку рівновага підтримується завдяки взаємодії СК з термостатом. Дійсно, сили впливу СК спрямовані, в першу чергу, на реалізацію своїх функцій, що, безумовно, неможливо без її взаємодії із ЗС. У зв'язку з цим СК необхідно балансувати зі своїм оточенням, адаптуватися під його особливості. СК, яка знаходиться в рівновазі з середовищем, знаходиться в рівновазі взагалі. Її можна називати рівноважною СК.

Крім того, що СК сама по собі є динамічною системою, її оточення також динамічне. Рівноважний стан СК в динамічному оточенні залежить від її здатності змінюватися. Така здатність бути гнучкою, рухливою, добре пристосовуватися (адаптуватися) до ЗС характеризує ступінь її динамізації. Чим вище ступінь динамізації, тим більш широкий діапазон умов, при яких СК стабільно функціонує.

Як згадувалося вище, значення параметрів системи, які відображали рівновагу (а значить і стабільне функціонування) системи до впливів, що обурюють, можуть не збігатися зі значеннями параметрів, що відображають рівновагу після впливів. Доведемо це в такий спосіб.

Нехай вплив СК на ЗС $(\sum_{i=1}^N \bar{F}_i^{CK(t)})$ на етапі роботи t , при якому досягається рівновага (2.8), є функцією параметрів СК $(X^{CK(t)})$, що забезпечують її нормальне функціонування (2.9):

$$\sum_{i=1}^N \bar{F}_i^{CK(t)} = f(X^{CK(t)}) , \quad (2.9)$$

$$X^{CK(t)} = \{x_1^t; x_2^t; \dots; x_i^t; \dots; x_n^t\}.$$

Відповідно для ЗС (2.10):

$$\sum_{j=1}^M \bar{F}_j^{3C(t)} = f(Y^{3C(t)}), \quad (2.10)$$

$$Y^{3C(t)} = \{y_1^t; y_2^t; \dots; y_j^t; \dots; y_m^t\}.$$

Нехай в момент $t+1$ сили впливу ЗС (2.11) змінились (2.12):

$$\sum_{j=1}^M \bar{F}_j^{3C(t+1)} = f(Y^{3C(t+1)}), \quad (2.11)$$

$$\begin{cases} Y^{3C(t+1)} \neq Y^{3C(t)}, \\ f(Y^{3C(t+1)}) \neq f(Y^{3C(t)}). \end{cases} \quad (2.12)$$

Якщо при цьому параметри СК залишилися незмінними (2.13):

$$\begin{cases} X^{CK(t+1)} = X^{CK(t)}, \\ f(X^{CK(t+1)}) = f(X^{CK(t)}), \end{cases} \quad (2.13)$$

то система в момент $t+1$ не відреагувала на дії ЗС. Отже, рівновагу СК порушено, а її умова (2.8) перетворюється в умову нерівноваги системи і набуває такого вигляду (2.14):

$$\sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{CK(t+1)} + \sum_{j=1}^M \vec{F}_j^{3C(t+1)} \neq 0. \quad (2.14)$$

Однак, якщо СК є сталою, то, не дивлячись на втрату рівноваги в момент $t+1$, вона прагне досягти таких значень своїх параметрів X^{CK} , при яких дотримуються умови (2.15), (2.16):

$$\sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{CK(t+1)} = - \sum_{j=1}^M \vec{F}_j^{3C(t+1)}, \quad (2.15)$$

$$Eq^{CK(t+1)} : \sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{CK(t+1)} + \sum_{j=1}^M \vec{F}_j^{3C(t+1)} = 0. \quad (2.16)$$

Отже впливає (2.17):

$$\begin{cases} f(X^{CK(t+1)}) \neq f(X^{CK(t)}), \\ X^{CK(t+1)} \neq X^{CK(t)}. \end{cases} \quad (2.17)$$

Зі сказаного вище, очевидно, що СК на етапі роботи $t+1$ досягає рівноваги (2.15), (2.16), але при цьому значення параметрів $X^{CK(t+1)} = \{x_1^{t+1}; x_2^{t+1}; \dots; x_n^{t+1}\}$ не залишаються на рівні значень етапу роботи t . Що і треба було довести.

Крім розглянутих вище варіантів (2.12), (2.13), (2.17) можливі і деякі інші (табл. 2.2). Наприклад, на етапі роботи $t+1$ можуть відбутися зміни в значеннях

даних параметрів СК ($X^{CK(t+1)}$) (2.17): $X^{CK(t+1)} \neq X^{CK(t)}$. Однак, при цьому вплив СК ($\sum_{i=1}^N \bar{F}_i^{CK(t)}$) на ЗС (2.9) може залишитися незмінним (2.18). Незважаючи на це, рівновагу СК все одно буде забезпечено.

$$\begin{cases} X^{CK(t+1)} \neq X^{CK(t)}, \\ f(X^{CK(t+1)}) = f(X^{CK(t)}). \end{cases} \quad (2.18)$$

Прикладом цього варіанту може бути наступна ринкова ситуація. СК в умовах ринку вантажовласника (ситуація, коли попит на тоннаж менше, ніж пропозиція тоннажу) приймає рішення про скорочення кількісного складу свого флоту (зміна параметра $X^{CK(t+1)} \neq X^{CK(t)}$, що відображає кількість суден СК). Відбувається це шляхом продажу та/або відфрахтування одного або декількох суден. Це призводить до зниження провізної здатності флоту СК (зміна параметра $X^{CK(t+1)} \neq X^{CK(t)}$, що відображає провізну здатність флоту). Однак, при цьому своє безпосереднє призначення, а саме задоволення існуючого попиту на перевезення вантажів і пасажирів, СК здатна задовольняти і далі (вплив СК на ЗС $f(X^{CK(t+1)}) = f(X^{CK(t)})$ залишається незмінним). При цьому збільшуються значення показників використання виробничих можливостей флоту (зміна параметра $X^{CK(t+1)} \neq X^{CK(t)}$, що відображає використання чистої вантажопід'ємності, вантажомісткості суден) (табл. 2.2). Таким чином, в процесі функціонування рівноважної СК можуть змінюватися значення параметрів її діяльності, проте при цьому величина змін не повинна виходити за допустимі межі. В цьому випадку можна говорити про те, що СК знаходиться в динамічній рівновазі.

Під «динамічною рівновагою» розуміють процес, коли керована система розвивається так, що при різних збуреннях середовища її відхилення від наміченої траєкторії ніде не перевищить деяку допустиму величину, встановлену ОПР [150]. Стосовно діяльності СК, як зазначається в роботі [150], це означає, що сама система

Таблиця 2.2 – Можливі варіанти станів СК в результаті її взаємодії із ЗС на етапі $t + 1$ при умові їхньої рівноваги на етапі

$$t \left(f(X^{CK(t)}) = f(Y^{3C(t)}) \right)$$

Співвідношення між параметрами СК/ЗС та силами їхньої взаємодії на ЗС/СК на етапі $t + 1$ при умові їхньої рівноваги на етапі $t \left(f(X^{CK(t)}) = f(Y^{3C(t)}) \right)$		ЗОВНІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ СК, параметри $Y^{BC(t)}, Y^{BC(t+1)}$ (на розсуд ОПР), що її характеризують, а також сила їхнього впливу на СК $f(Y^{3C(t+1)}), f(Y^{3C(t)})$			
		1. $Y^{3C(t+1)} = Y^{3C(t)}$ $f(Y^{3C(t+1)}) = f(Y^{3C(t)})$	2. $Y^{3C(t+1)} \neq Y^{3C(t)}$ $f(Y^{3C(t+1)}) = f(Y^{3C(t)})$	3. $Y^{3C(t+1)} \neq Y^{3C(t)}$ $f(Y^{3C(t+1)}) \neq f(Y^{3C(t)})$	
ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ СК, параметри $X^{CK(t)}, X^{CK(t+1)}$, (на розсуд ОПР), що її характеризують, а також сила їхнього впливу на ЗС $f(X^{CK(t)}), f(X^{CK(t+1)})$)	А. $X^{CK(t+1)} = X^{CK(t)}$ $f(X^{CK(t+1)}) = f(X^{CK(t)})$	Варіант А1 – РІВНОВАЖНИЙ стан $\left(f(X^{CK(t+1)}) = \right)$ $\left(= f(Y^{3C(t+1)}) \right)$	Варіант А2 – РІВНОВАЖНИЙ стан $\left(f(X^{CK(t+1)}) = \right)$ $\left(= f(Y^{3C(t+1)}) \right)$	Варіант А3 – НЕРІВНОВАЖНИЙ стан $\left(f(X^{CK(t+1)}) \neq f(Y^{3C(t+1)}) \right)$	
	В. $X^{CK(t+1)} \neq X^{CK(t)}$ $f(X^{CK(t+1)}) = f(X^{CK(t)})$	Варіант В1 – РІВНОВАЖНИЙ стан $\left(f(X^{CK(t+1)}) = \right)$ $\left(= f(Y^{3C(t+1)}) \right)$	Варіант В2 – РІВНОВАЖНИЙ стан $\left(f(X^{CK(t+1)}) = \right)$ $\left(= f(Y^{3C(t+1)}) \right)$	Варіант В3 – НЕРІВНОВАЖНИЙ стан $\left(f(X^{CK(t+1)}) \neq f(Y^{3C(t+1)}) \right)$	
	С. $X^{CK(t+1)} \neq X^{CK(t)}$ $f(X^{CK(t+1)}) \neq f(X^{CK(t)})$	Варіант С1 – НЕРІВНОВАЖНИЙ стан $\left(f(X^{CK(t+1)}) \neq f(Y^{3C(t+1)}) \right)$	Варіант С2 – НЕРІВНОВАЖНИЙ стан $\left(f(X^{CK(t+1)}) \neq \right)$ $\left(\neq f(Y^{3C(t+1)}) \right)$	Варіант С3₁ – РІВНОВАЖНИЙ стан $\left(f(X^{CK(t+1)}) = \right)$ $\left(= f(Y^{3C(t+1)}) \right)$	Варіант С3₂ – НЕРІВНОВАЖНИЙ стан $\left(f(X^{CK(t+1)}) \neq \right)$ $\left(\neq f(Y^{3C(t+1)}) \right)$

або її керована підсистема під впливом безлічі різноспрямованих сил переходять з одного врівноваженого стану до іншого. Цей перехід здійснюється так, щоб рівновага не порушувалася ні в один з перехідних моментів. Таким чином, динамічна рівновага системи є окремим випадком її сталості і розглядається як один з моментів в русі цієї системи за заздалегідь заданою (плановою) траєкторією [150]. Якщо відхилення від траєкторії знаходяться в заданих допустимих межах, встановлених ОПР, система повертається до стану рівноваги або переходить в новий стан рівноваги, і при цьому вважається сталою.

Як вже зазначалося вище, взаємодія СК і ЗС відбувається в різних аспектах їхнього функціонування. У зв'язку з цим доцільним є вибір ОПР системи показників СК $\{\chi_1^t; \chi_2^t; \dots; \chi_g^t; \dots; \chi_G^t\}$, що відображають результат впливу СК на ЗС, відповідно порівнянних з показниками впливу ЗС на СК, а також параметрів, від яких такі показники залежать безпосередньо $X^{CK(t)} = \{x_1^t; x_2^t; \dots; x_i^t; \dots; x_n^t\}$.

Варто зазначити, що СК може бути в цілому рівноважною $f(X^{CK(t)}) = f(Y^{BC(t)})$, однак при цьому показники, що становлять вектор значень впливу СК і ВС можуть не збігатися за значенням $\chi_g^t \neq \gamma_h^t$. В компетенції ОПР досліджувати на рівновагу пріоритетні показники, відібрані на розсуд ОПР.

Наприклад, методом ланцюгових підстановок, можна визначити найбільш впливовий параметр СК x_i^t на результативний показник впливу СК на ЗС χ_g^t . При цьому, якщо дотримується умова $\chi_g^t = \gamma_h^t$, то можна говорити про те, що СК знаходиться в рівновазі за результативним показником χ_g^t , а також за параметрами x_i^t , що безпосередньо впливають на χ_g^t .

На підставі вищевикладеного, можна зробити висновок, що, ідентифікація стану СК (рівноважний або нерівноважний) залежить від параметрів, обраних для розгляду ОПР, та їхнього співвідношення з відповідними параметрами ЗС. За одними параметрами стан СК може бути ідентифіковано, як рівноважний, за іншими

– як нерівноважний. Наприклад, при зниженні попиту на перевезення вантажів (вплив ЗС) чиста вантажопід'ємність флоту і його вантажомісткість залишаються незмінними (при незмінному кількісному складі флоту і його роботі на певних напрямках). Однак при цьому показник якості використання тоннажу (коефіцієнт використання вантажопід'ємності/вантажомісткості) змінює своє значення. І, якщо ця зміна перевищує деяке значення $\Delta \varepsilon_i$ [151], встановлене ОПР, то за цим показником СК виявляється нерівноважною.

У зв'язку з цим слід згадати про таку парадоксальну властивість, як ентропія (ступінь невизначеності), яка, як зазначається в [97], при рівноважному стані системи виявляється максимальною. Це пов'язано з тим, що, піддаючись найменшого впливу сил, рівновага СК може порушуватися за одними параметрами і відновлюватися за іншими, і передбачити або визначити подальшу поведінку системи досить складно. Таким чином, при нерівноважному стані СК, суб'єкт управління приймає рішення, спрямовані на досягнення рівноваги. Однак, приймаючи рішення про відновлення рівноваги системи за одними параметрами, може порушитися рівновага за іншими її параметрами. Коли рівновагу системи за одним пріоритетним параметром досягнуто, в компетенції суб'єкта управління прийняття будь-якого іншого k -го рішення, здатного змінити стан СК і привести її в рівновагу з іншим не менш важливим для неї параметром. Якщо зробити припущення, що в стані рівноваги СК, ймовірності прийняття таких рішень ($k = \overline{1, K}$) – рівні, то розглянута система є найбільш неупорядкованою (2.19).

$$S(CK) = - \sum_{k=1}^K p_k \cdot \log_K p_k = S^{\max}(CK), \quad (2.19)$$

де $S(CK)$ – ентропія СК, тобто ступінь невизначеності її стану;

p_k – ймовірність прийняття k -го рішення ОПР;

K – кількість рішень, що приймаються ОПР;

– динамічна рівновага – це перехід з одного рівноважного (сталого або несталого) стану в інший протягом заданого проміжку часу $[t;T]$, що характеризується значеннями параметрів, які перебувають в заданих допустимих межах $[X_{leg}^{\min}; X_{leg}^{\max}]$, таким чином, що компанія нормально й стабільно функціонує (2.23).

$$\begin{aligned} (X^{CK[t;T]}) | (X^{CK(t;T)}) \in [X_{leg}^{\min}; X_{leg}^{\max}] : \\ [f(X^{CK(T)}) = f(Y^{3C(T)})] = [f(X^{CK(t)}) = f(Y^{3C(t)})] \end{aligned} \quad (2.23)$$

Таким чином, з точки зору динаміки, сталість СК (Rs^{CK}), як її характеристику, можна визначити, як здатність перебувати в стані рівноваги (або переходити з одного рівноважного стану в інший) протягом заданого проміжку часу $[t;T]$, за рахунок підтримки параметрів в заданих допустимих межах $[X_{leg}^{\min}; X_{leg}^{\max}]$ (2.24).

$$\begin{aligned} Rs^{CK} : (X^{CK(t;T)}) \in [X_{leg}^{\min}; X_{leg}^{\max}] : [f(X^{CK(t)}) = f(Y^{3C(t)})] \rightarrow \\ \rightarrow [f(X^{CK(t+1)}) = f(Y^{3C(t+1)})] \rightarrow [f(X^{CK(t+2)}) = f(Y^{3C(t+2)})] \rightarrow \dots \rightarrow \\ \rightarrow [f(X^{CK(T)}) = f(Y^{3C(T)})] \end{aligned} \quad (2.24)$$

Важливо відзначити, що забезпечення сталості СК – не одноразова дія, а складний тривалий процес. Принцип роботи механізму підтримки сталості полягає в тому, що при отриманні сигналу про зміни, що загрожують компанії, включається підсистема протидіючих чинників. Вона працює до тих пір, поки СК не повертається у початковий або не переходить в новий рівноважний стан, тобто поки СК не повертається до конкретних кількісних значень параметрів діяльності, відповідних її сталій роботі. Таким чином, на основі зворотних зв'язків здійснюється саморегуляція, яка ґрунтується на відомому принципі: кожна система прагне до збереження своєї стабільності [92].

Здатність відкритої системи до саморегуляції для підтримки динамічної рівноваги називається «гомеостазом». Це прагнення системи відтворювати себе, відновлювати втрачену рівновагу, долати опір ЗС. Таким чином, здатність системи самостійно підтримувати гомеостаз є сталістю системи, а стан, при якому система стала, – стабільний стан. Системна сталість і системна стабільність, в свою чергу, означає підтримку системного гомеостазу. У деяких випадках втрата часткового гомеостазу не тільки допустима, але і стає єдиною умовою збереження системного гомеостазу [92].

Саморегуляція СК, в свою чергу, забезпечує її самоорганізацію. З точки зору синергетичного підходу [98], самоорганізація – процес упорядкування у відкритій системі за рахунок узгодженої взаємодії безлічі складових її елементів. Очевидно, що в стані рівноваги у СК немає необхідності до самоорганізації. Самоорганізація системи відбувається саме в нерівноважних умовах, коли спостерігається узгоджена поведінка підсистем, в результаті чого зростає ступінь їхньої впорядкованості (тобто зменшується ентропія).

Оскільки СК властива ентропія і постійні коливання між рівноважним і нерівноважним станами, її можна розглядати предметом вивчення синергетики. Крім того, дотримуються і основні принципи синергетики:

1. СК – складна відкрита нелінійна система, що розвивається, тобто вона здатна до взаємодії із ЗС, має багато випадкових напрямків розвитку, що зумовлені внутрішніми або зовнішніми випадковими впливами.

2. Самоорганізація СК починається з хаосу, іншими словами – аперіодичної детермінованої поведінки, коли в її існуванні можливі флуктуації, тобто періодичні зміни, які являють собою відхилення від середніх значень процесів, що характеризують СК. Так, наприклад, непередбачена поломка одного судна, яке експлуатується СК, може значно вплинути на результат функціонування СК в цілому.

3. Існують альтернативні шляхи розвитку СК, які формуються в точках біфуркації – точках вибору стратегії подальшого розвитку компанії. Так, на етапі t ОПР може прийняти рішення, як про придбання «нового» судна, так і про списання на злам старого. Обидва рішення призводять до різних наслідків функціонування СК.

4. Майбутній стан СК, на який вона націлена, є причиною зміни її поточного стану. Спрямованість розвитку СК виступає свого роду аттрактором, який притягує, організує і формує її поточний стан.

Синергетика пропонує наступне пояснення механізму виникнення порядку в системі [99]. Поки система перебуває в стані рівноваги, всі її елементи поведуться незалежно один від одного і на створення впорядкованих структур нездатні. У якийсь момент поведінка відкритої системи стає неоднозначною. Та точка, в якій проявляється неоднозначність процесів, називається точкою біфуркації (розгалуження). У точці біфуркації змінюється роль зовнішніх для системи впливів: мізерно малий вплив призводить до значних і навіть непередбачуваних наслідків. Між системою і її середовищем встановлюється відношення додатного зворотного зв'язку, тобто система починає впливати на навколишнє середовище таким чином, що формує умови, що сприяють змінам в ній самій.

Таким чином, зовнішні взаємодії виявляються фактором внутрішньої самоорганізації систем, які в свою чергу сприяють самоорганізації інших систем щодо. Взаємодія системи з середовищем виявляється істотною умовою її еволюції. Процеси самоорганізації характеризуються нелінійністю, наявністю зворотних зв'язків, які відкривають великі можливості керуючого впливу.

Що стосується СК, то в ній процес саморегуляції відбувається в рамках замкнутого контуру регулювання підсистеми традиційного управління перевезеннями і роботою флоту [150]. Характерним для цієї підсистеми є чіткість і сталість реакцій на виникаючі стандартні загрози стабільності внутрішнього і зовнішнього характеру. Орієнтація підсистеми на типовий набір збурень не є

негативною якістю, оскільки так вона не реагує на випадкові або короточасні зміни зовнішнього і внутрішнього середовища. У свою чергу, усунення виняткових несприятливих впливів здійснюється підсистемою проектно-орієнтованого управління та вимагає від СК розробки і реалізації нових проектів [150].

На підставі вищевикладеного, для СК, як системи, сталість – це здатність зберігати стабільний стан, за рахунок самостійної підтримки системного гомеостазу (тобто саморегуляції для підтримки динамічної рівноваги), забезпечуючи, таким чином, свою самоорганізацію при флуктуаціях, що виникають в точках біфуркації в результаті зміни параметрів зовнішнього і внутрішнього середовища в допустимих межах. Тоді під сталим функціонуванням поромів слід розуміти таку їхню роботу, при якій досягаються показники, що відповідають стійкій діяльності СК.

Таким чином, на сталість СК безпосередній вплив має її оточення, що обумовлює необхідність вироблення відповідних теоретичних положень і практичних рекомендацій щодо забезпечення сталої взаємодії СК з елементами її зовнішнього середовища (див. п. 2.3).

2.3 Обґрунтування сталої взаємодії між судновласником і менеджерською компанією

Як вже зазначалось (див. п. 2.2) на СК великий вплив має її оточення – зовнішнє середовище компанії, до якого відносяться всі суб'єкти, з якими взаємодіє компанія при здійсненні діяльності, спрямованої на досягнення своїх цілей. Неповний перелік суб'єктів включає: порти, агентів, експедиторів, клієнтів (вантажовласників і пасажирів), шипчандлерів, сюрвейерів, стивідорів, докерів, крьюінгові компанії, судноремонтні заводи, служби митного контролю та інші. Ефективна взаємодія з перерахованими суб'єктами гарантує компанії досягнення цілей, проте в умовах жорсткої конкуренції на ринку морських перевезень першорядною є задача забезпечення сталості у відносинах з учасниками ринку.

З кінця минулого століття широкого поширення набула практика передачі суден від власників (owner of the ship) та судновласників (shipowner) (Додаток Т) в менеджмент (ship management) спеціалізованим компаніям. При цьому судновласник, незалежно від того є він власником судна або не є таким, делегує виконання важливих функцій більш компетентним менеджерським компаніям (managing company) [101, 102]. У цьому випадку між судновласником і менеджерською компанією (далі менеджером (manager)) укладається договір суднового менеджменту, в якому специфікуються функції останньої. Наприклад, у сфері морського бізнесу менеджерські компанії часто надають послуги з комерційного менеджменту (Commercial Management), який, в свою чергу, підрозділяється на оперативний [101] (або операційний [103]), фінансовий і фрахтовий (останній виділено у самостійну частину суднового менеджменту). Оперативний менеджмент, в свою чергу, пов'язаний з виконанням функцій з експлуатації судна (operation of the ship) на основі угоди про судновий менеджмент [102]. З наданням даних послуг пов'язані такі поняття, як «оперування судном» і «оператор».

Найбільш розповсюдженою й універсальною проформою договору суднового менеджменту є стандартна угода, яка розроблена і опублікована Балтійською і Міжнародною морською радою (БІМКО) в 1998 році – «SHIPMAN 98» [108]. В додатках (Додаток У) наведено договір, який було укладено між судновласником і менеджерською компанією за проформою «SHIPMAN 98» і використано на практиці.

Відповідно до п. 3 Частини II проформи «SHIPMAN 98» менеджер є агентом, що діє від імені і за дорученням судновласника. Крім того, згідно з п. 4 Частини II менеджери зобов'язані «... захищати і підтримувати інтереси Судновласників у всіх аспектах, що стосуються умов послуг за цією Угодою». Однак, в згаданому п. 3 Частини II проформи «SHIPMAN 98» говориться, що менеджер має повноваження на вчинення таких дій, які він може час від часу на свій розсуд вважати необхідними

для виконання угоди відповідно до хорошої практики суднового менеджменту. Таке формулювання «...вчинення таких дій ... відповідно до хорошої практики суднового менеджменту» вказує на наявність неперевірюваних (unverifiable, перекл. з англ. «той, що не перевіряється») змінних, тобто параметрів договору суднового менеджменту, значення яких неперевірено судом. До таких змінних, наприклад, можна віднести сумлінність і зусилля менеджерів, які неможливо кількісно виміряти.

Договір суднового менеджменту має відшкодувальний характер. Так, основним обов'язком судновласника є виплата річної винагороди за менеджмент, який виплачується авансовими щомісячними платами, тобто у формі передоплати (починаючи з першого платіжу, який зазвичай проводиться негайно після укладання договору). Винагорода за менеджмент підлягає щорічному перегляду та може бути переглянута як у бік збільшення, так і в бік зменшення. Таким чином, величина винагород менеджера в наступному за звітним році – також неперевірена.

Наявність неперевірюваних змінних пов'язано з тим, що в договорі суднового менеджменту, неможливо передбачити і юридично уточнити всі можливі наслідки угоди і дії сторін в результаті таких наслідків. Гарантом договору суднового менеджменту є третя сторона – арбітраж, а сам договір є прикладом неповного неокласичного контракту [104]. Передбачається, що договір суднового менеджменту укладається в умовах симетричної інформації, тобто обидві сторони будуть сумлінно дотримуватися угоди, в тому числі менеджер – діяти в інтересах судновласника, судновласник – виплачувати гідну винагороду менеджеру. Іншими словами, поряд з договором суднового менеджменту, між судновласником і менеджером полягає імпліцитний контракт (implicit contract, перекл. з англ. «мовчазний договір; договір, що мається на увазі»), який представляє собою мовчазне визнання сторонами взаємних зобов'язань, які не забезпечені юридичним захистом [104]. Однак, в дійсності модель із симетричною інформацією може порушитися, і виникає асиметричність інформації, яка полягає в тому, що сторони

договору суднового менеджменту по-різному розуміються на предметі договору. Так, наприклад, судновласник може знати про судно і лінію, яку дане судно обслуговує, більше ніж менеджер, в тому числі і про прибутковість лінії. Менеджер, в свою чергу, може бути краще обізнаний про потенційних постачальників палива і провізії, з якими йому доведеться працювати під час менеджменту судна.

Крім того, незважаючи на те, що на практиці судновласник і менеджер переслідують однакові цілі – отримання прибутку, існує потенційний ризик їхньої недобросовісної роботи в своїх власних інтересах і «на різні кишені», а, отже, засоби досягнення їхніх цілей можуть відрізнятися. Так, судновласник прагне до максимізації даного критерію за рахунок якісної і добросовісної роботи менеджера, залученого до управління його транспортним засобом, за рахунок розширення долі ринку, підвищення статусу і престижу компанії. Менеджер – за рахунок надання послуг судновласнику. Причому, реалії такі, що часто, менеджер отримує прибуток не тільки за рахунок винагороди, але і за рахунок інших, не завжди відомих судновласнику, дій з об'єктом правовідносин – судном. У зв'язку з цим в практиці морського бізнесу можна почути думку про недоцільність укладення угод про комерційний та технічний менеджмент з однією й тією ж самою компанією. Це пов'язано з існуванням питань, при вирішенні яких роздільний менеджмент діє як система контролю, захищаючи судновласника від зайвих необґрунтованих витрат, які він міг би понести, якби обидва види менеджменту були об'єднані і сконцентровані в одних руках.

У зв'язку з цим, незважаючи на те, що мета менеджера може бути досягнута одночасно з метою судновласника, часто сторони стикаються з недобросовісною поведінкою протилежної сторони, що призводить до негативних наслідків. Таким чином, хоч і неявно, але судновласник і менеджер стають учасниками типової для теорії контрактів потенційно-конфліктної ситуації «принципал-агент» за договором суднового менеджменту. Разом з тим асиметрична інформація (asymmetric(al) information, перекл. з англ. «недосконала інформація, неповна інформація») на

ринку збільшує ризик виникнення конфлікту між судновласником і менеджером з огляду на можливості прояву сторонами недобросовісної поведінки і використання інформації виключно в своїх цілях в протиріччя цілям протилежної сторони.

Таким чином, для судновласника так само, як і для менеджера судна є актуальною розробка відповідного методичного забезпечення процесів прийняття рішень щодо уникнення потенційного конфлікту, який може виникнути з приводу укладання договору про судовий менеджмент.

В ході вивчення описаної проблеми було проаналізовано ряд джерел:

– в роботі [100] виділяються основні суб'єкти судноволодіння в сфері морського бізнесу, розмежовуються і уточнюються поняття «Фактичний Власник судна» («Owner of the ship», «Real Owner», «Owner», «The Owner», «Ship Owner»), «Судновласник-розпорядник» («Disponent Owner»), «Чартерний Судновласник» («Chartered Owner») або Тайм-Чартерний Судновласник («Time Chartered Owner»), «Судновласник-менеджер» чи «Керуючий Судновласник» («Managing Owner»);

– в монографії [137] розглядаються альтернативні варіанти розпорядження судном, серед яких продаж судна, відфрахтування судна, здача судна на злам, постановка на прикол.

– в навчально-практичному посібнику [101] викладаються основні аспекти теорії і практики судового менеджменту, виділяються етапи його розвитку, висвітлюється вітчизняний досвід судового менеджменту державними компаніями, виявляються потенційні клієнти менеджерських компаній, розглядається їхня організаційно-правова структура і особливості проведення маркетингової політики;

– в дослідженні [102] розкривається поняття «управління судном», проводиться порівняльний аналіз понять «управління роботою судна (флоту)» і «судовий менеджмент» в контексті професійної сфери морського бізнесу;

– в роботах [104-106] розглядаються підходи до аналізу контрактів в рамках нової інституціональної економічної теорії, висвітлюються проблеми несприятливого відбору, морального ризику, дається формальний аналіз феномена

ринкових сигналів, наводяться класичні приклади проявів таких сигналів в реальних взаємодіях;

– у виданнях [106, 151] розкриваються визначення «асиметричної інформації» і «інституційної пастки», формулюється проблема «принципал-агент» і наводяться способи її вирішення.

Слід нагадати, що на світовому ринку судноплавства функціонують різні суб'єкти морських правовідносин, при цьому особливий інтерес, про що зазначалося вище, представляють взаємини між судновласником і менеджерською компанією (далі менеджером). Поведінка (добросовісна або недобросовісна) зазначених осіб визначає їхній «тип». Причому, очевидно, що кожна сторона перед укладанням угоди точно обізнана тільки про свій власний «тип». «Тип» протилежної сторони є для неї практично передбачуваним. Іншими словами, обом сторонам не відомі реальні «типи» (стратегії поведінки) одна одної. Це, в свою чергу, породжує недобросовісний відбір (перекл. з англ. Adverse selection) [151]. Так, наприклад, судновласник, знаючи про існування добросовісних і недобросовісних менеджерів, може вважати для себе доцільним «підстрахуватися» і укласти договір судового менеджменту із середньою величиною винагороди, оскільки не знає, чи заслуговує менеджер більшого (тобто не знає його «тип»). У свою чергу, недостатня винагорода тягне за собою відмову від роботи добросовісного менеджера, оскільки він упевнений в якості своїх послуг і не має наміру вкладати в роботу більше, ніж отримує. Недобросовісний же менеджер погодитися підписати договір з такою величиною винагороди, оскільки вона, в будь-якому випадку, перевищує витрати на зусилля менеджера. У розглянутій ситуації теоретично недобросовісні менеджери витісняють добросовісних. Незважаючи на те, що «тип» судновласника або менеджера досить складно визначити заздалегідь, існують деякі способи запобігання недобросовісному відбору ще до підписання договору [105]:

– розпізнавання сигналів відповідно до інформації, яку сторона договору подає щодо свого «типу». Так, наприклад, безліч ліцензій і нагород у компанії-

менеджера, документи, що підтверджують кваліфікацію співробітників цієї компанії, можливість запропонувати судновласникам цілодобовий сервіс в різних регіонах, наявність ділових контактів з фрахтувальниками і брокерами, тривалий досвід роботи на ринку – все це інформація, яка «подає сигнали» про якість послуг, що надаються менеджером. Однак, недолік цього способу полягає в тому, що сигнали можуть не відображати справжній стан справ, наприклад, документи, надані менеджером, можуть виявитися підробленими, а інформація – помилковою;

– фільтрація полягає в застосуванні договорів, в яких вибір сторони є сигналом про його тип. Наприклад, менеджери, що погоджуються на фіксовану винагороду, навряд чи будуть прагнути до поліпшення показників судновласника;

– раціонавання полягає в тому, що сторона договору висуває ряд вимог, безпосередньо не пов'язаних з предметом договору. Наприклад, менеджер може запросити документи, що підтверджують той факт, що на судно не накладено арешт;

– прописати повний контракт, що, однак, не представляється можливим в сфері суднового менеджменту, оскільки крім внутрішніх взаємодій в системі «судновласник-менеджер», договір суднового менеджменту передбачає зовнішні взаємодії «менеджер-субпідрядники». У цьому контексті під субпідрядниками розуміються букінг-агенти, експедиторські компанії, судові агенти, кріюінгові компанії, шипчандлери, судноремонтні заводи тощо. У зв'язку з цим, очевидно, що прописати всі можливі наслідки таких взаємодій не представляється можливим.

Як вище зазначалось, мета менеджера може бути досягнута і одночасно з метою судновласника, якщо, наприклад, менеджер досить мотивований винагородою, прописаною в договорі суднового менеджменту або іншими умовами угоди. В іншому випадку, менеджер буде працювати недобросовісно, намагаючись укрити частину доходів. Така поведінка називається опортуністичною (opportunity, перекл. з англ. «добра нагода», «можливість») [106]. Так само, як і про свій «тип», про мотивованість менеджера до виконання договору знає тільки сам менеджер. Причому, підвищення винагороди не є єдиним чинником мотивації до добросовісної

роботи та націленості на інтереси судновласника. Так, наприклад, коли винагорода являє собою встановлену частку (відсоток) від прибутку, то менеджер може збільшити цей прибуток за рахунок економії на якості постачання, екіпажі, надаючи, таким чином, на ринку морських перевезень свідомо неякісну послугу. Менеджер може бути також мотивований винагородою майбутніх періодів, тобто розраховувати на гідну винагороду від судновласника в майбутньому за якісні результати роботи сьогодні. Про добросовісність судновласника щодо оплати праці до виконання угоди відомо також тільки судновласнику. Так, наприклад, навіть при гарній роботі менеджера, судновласник може переглянути винагороду за договором суднового менеджменту в бік зниження, посилаючись на погіршення кон'юнктури ринку тощо. Дізнатися напевно про якість виконання угоди з обох сторін до його підписання не представляється можливим, оскільки кожній стороні відомо про себе більше, ніж іншій стороні, і засоби досягнення мети при цьому можуть використовуватися різні. Це підтверджує неповноту контракту, асиметричність інформації, а також конфлікт інтересів судновласника і менеджера. Крім того, кошти, що витрачаються на контроль за якістю виконання договору про судновий менеджмент складають значну частину в транзакційних витратах (transactional expenses) [106] судновласника, в зв'язку з чим, йому вигідно уникнути моніторингу в деяких аспектах діяльності менеджера, а менеджеру – зловжити відсутністю моніторингу з боку судновласника. Тут важливо зазначити, що достатня мотивація менеджера і моніторинг керуючої компанії є основними інструментами в уникненні конфлікту такого роду. Однак, як вже позначалося, судновласник не знає про рівень умотивованості менеджера і пов'язану з нею якість виконання контракту. А менеджер, в той же час, не знає про якість системи контролю його діяльності з боку судновласника. Разом з тим, описані вище превентивні заходи (розпізнавання сигналів, фільтрація тощо) не є універсальними. Крім того, їх використання не гарантує достовірної інформації про «типи» сторін угоди [106]. При цьому кожній із сторін необхідно одночасно виробити стратегію щодо якості виконання угоди.

Конфлікт між менеджером і судновласником, в свою чергу, у випадку досягнення певних масштабів, буде флуктуацією, що сприятиме порушенню рівноваги в системі взаємодії відповідних суб'єктів морських правовідносин. Щоб уникнути останнього необхідно виробити відповідні рішення щодо вибору стратегії кожною із сторін при можливих варіантах стратегій протилежної сторони. Це, в свою чергу, можна реалізувати за допомогою методологічного апарату теорії ігор, в контексті якого судновласник і менеджер виступають гравцями. У зв'язку з цим було вивчено ряд джерел, в яких викладаються основи сучасної теорії ігор [152] і з використанням методологічного апарату теорії ігор здійснюється вирішення проблем, пов'язаних з організацією та управлінням на морському транспорті [153-156]. Так в статті [153] пропонуються моделі обліку фінансових інтересів судновласника і фрахтувальника в процесі ведення переговорів щодо укладення угоди на фрахтування судна на рейсових умовах. У монографії [154] завдання формування графіка роботи флоту на основі інформації «декадного» рівня вирішується на основі моделі і методів теорій безкоаліційних ігор та оптимального управління. В роботі [155] теорія ігор представляється як один з методів ціноутворення на послуги контейнерних перевезень. У джерелі [156] пропонується використання теоретико-ігрової моделі для опису навігаційних ситуацій, що дозволяє адекватно представити динаміку процесів розходження суден і забезпечує можливість підтримки прийняття рішень з управління судном в режимі реального часу.

На підставі вищевикладеного та аналізу відповідних наукових робіт, формалізуємо теоретико-ігровий підхід до створення моделі взаємодії судновласника і менеджера судна на етапі, що передуює підписанню угоди.

Постановка задачі. Судновласник (C), що оперує поромним тоннажем, приймає рішення щодо передачі свого флоту в управління спеціалізованій менеджерській компанії (M) на етапі $t=0$ на умовах проформи договору «SHIPMAN 98», відповідно до якої M зобов'язується діяти в інтересах C , а C , у свою

чергу, зобов'язується виплачувати M винагороду (B). Причому винагорода підлягає перегляду на кожному етапі пролонгації договору $t + 1$.

При цьому C та потенційна M можуть діяти за $A_i^C (A_1^C, A_2^C, \dots, A_i^C, \dots, A_m^C)$ та $A_j^M (A_1^M, A_2^M, \dots, A_j^M, \dots, A_n^M)$ можливими стратегіями поведінки щодо виконання умов договору, причому жодній стороні невідома обрана протилежною стороною стратегія. Необхідно вирішити гру, яка передбачає визначення найкращого поєднання стратегій C і M з метою уникнення можливого конфлікту та забезпечення сталої та ефективної їхньої взаємодії за договором.

При вирішенні гри варто звернути увагу на те, що судновласник і менеджер за договором суднового менеджменту є партнерами (союзниками), співпраця яких направлена на спільну справу. Однак, перед укладанням договору вони виступають в ролі антагоністів (конкурентів), що доцільно врахувати в даній моделі їхньої взаємодії. У зв'язку з цим, гра ідентифікується як некооперативна (рис. 2.7).

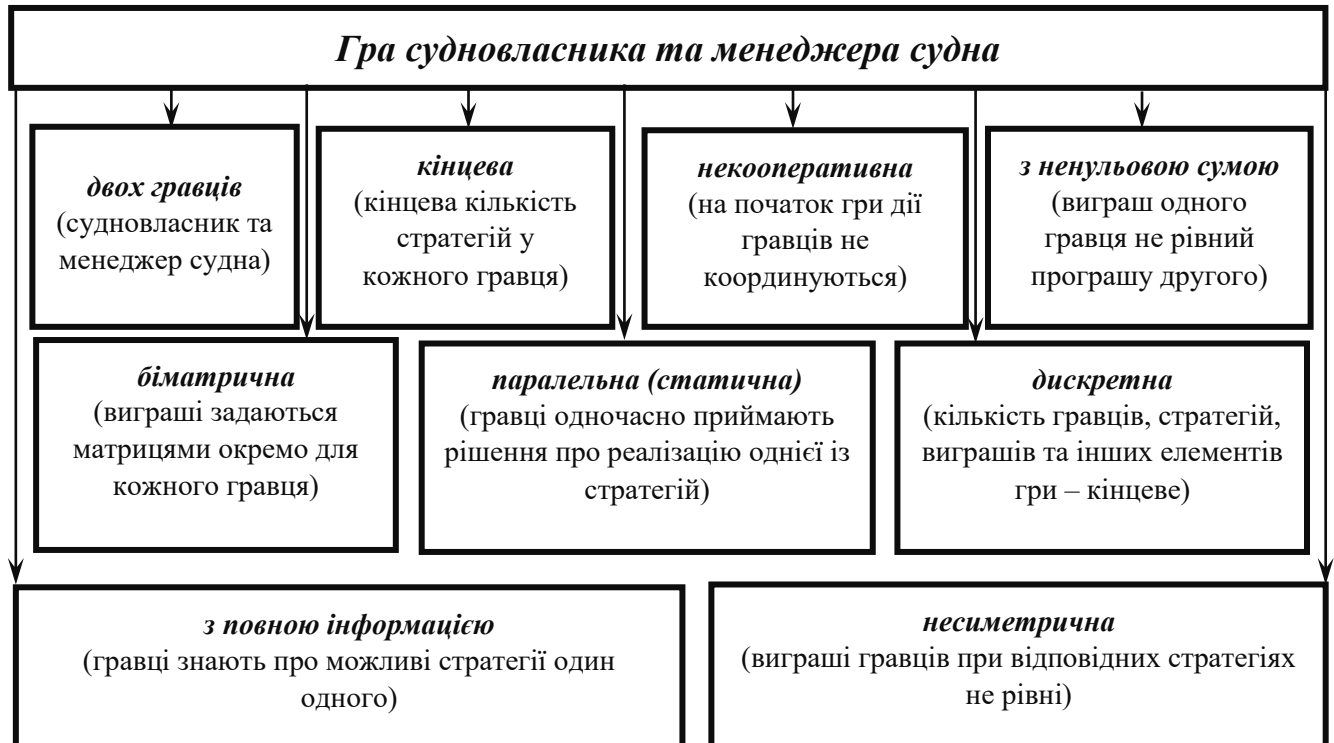


Рисунок 2.7 – Критерії ідентифікації гри судновласника з менеджером судна

Важливо відзначити, що теоретико-ігрова модель, яка розглядається, передбачає розігрування гри один раз, тобто гравці (судновласник і менеджер) не переграють її. Іншими словами, вибираючи стратегію поведінки один раз, вони не змінюють її після розпізнавання стратегії («типу») протилежної сторони.

Для розв'язання гри необхідно сформувати матрицю виграшів, яка в загальному випадку буде мати такий вигляд (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Матриця виграшів в грі між судновласником та менеджером судна

СТРАТЕГІЯ СУДНОВЛАСНИКА $A_i^C (A_1^C, A_2^C, \dots, A_i^C, \dots, A_m^C)$	СТРАТЕГІЯ МЕНЕДЖЕРА СУДНА $A_j^M (A_1^M, A_2^M, \dots, A_j^M, \dots, A_n^M)$					
	A_1^M	A_2^M	...	A_j^M	...	A_n^M
A_1^C	P_{11}^M P_{11}^C	P_{21}^M P_{12}^C	...	P_{j1}^M P_{1j}^C	...	P_{n1}^M P_{1n}^C
A_2^C	P_{12}^M P_{21}^C	P_{22}^M P_{22}^C	...	P_{j2}^M P_{2j}^C	...	P_{n2}^M P_{2n}^C
...	...	...	...	...	...	...
A_i^C	P_{1i}^M P_{i1}^C	P_{2i}^M P_{i2}^C	...	P_{ji}^M P_{ij}^C	...	P_{ni}^M P_{in}^C
...	...	...	...	...	...	...
A_m^C	P_{1m}^M P_{m1}^C	P_{2m}^M P_{m2}^C	...	P_{jm}^M P_{mj}^C	...	P_{nm}^M P_{mn}^C

Теорія ігор не розкриває дефініції «вирішення гри», проте пропонує безліч самих способів вирішення. Серед основних – домінуючі стратегії, виключення домінованих стратегій, обережні (максимінні) стратегії, рівновага Неша.

Домінуючі стратегії. Домінуючою називають стратегію (A_i^C / A_j^M) , яка приносить гравцеві (судновласнику/менеджеру) результати (P_{ij}^C / P_{ji}^M) не гірше, ніж будь-яка інша його стратегія незалежно від стратегії, обраної іншим гравцем

(менеджером/судновласником). Щоб визначити, чи існує така стратегія для кожного гравця, спочатку необхідно знайти максимальні значення виграшів $(P_{ij}^{C(max j)} / P_{ji}^{M(max i)})$ гравців (судновласника/менеджера) при кожній стратегії, обраної іншим гравцем (менеджером/судновласником) (2.25).

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{i1}^{C(max j)} = \max\{P_{11}^C; P_{21}^C; \dots; P_{i1}^C; \dots; P_{m1}^C\}, \\ P_{i2}^{C(max j)} = \max\{P_{12}^C; P_{22}^C; \dots; P_{i2}^C; \dots; P_{m2}^C\}, \\ \dots, \\ P_{ij}^{C(max j)} = \max\{P_{1j}^C; P_{2j}^C; \dots; P_{ij}^C; \dots; P_{mj}^C\}, \\ \dots, \\ P_{in}^{C(max j)} = \max\{P_{1n}^C; P_{2n}^C; \dots; P_{in}^C; \dots; P_{mn}^C\}, \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} P_{j1}^{M(max i)} = \max\{P_{11}^M; P_{21}^M; \dots; P_{j1}^M; \dots; P_{n1}^M\}, \\ P_{j2}^{M(max i)} = \max\{P_{12}^M; P_{22}^M; \dots; P_{j2}^M; \dots; P_{n2}^M\}, \\ \dots, \\ P_{ji}^{M(max i)} = \max\{P_{1i}^M; P_{2i}^M; \dots; P_{ji}^M; \dots; P_{ni}^M\}, \\ \dots, \\ P_{jm}^{M(max i)} = \max\{P_{1m}^M; P_{2m}^M; \dots; P_{jm}^M; \dots; P_{nm}^M\}. \end{array} \right. \quad (2.25)$$

Якщо всі максимальні значення виграшів $(P_{ij}^{C(max j)} / P_{ji}^{M(max i)})$ гравця (судновласника/менеджера) відповідають одній з його стратегій (A_i^C / A_j^M) , то така стратегія є домінуючою (A_i^C / A_j^M) (2.26).

$$\{P_{ij}^{C(max j)}\} \in A_i^C \Rightarrow A_i^C; \quad \{P_{ji}^{M(max i)}\} \in A_j^M \Rightarrow A_j^M \quad (2.26)$$

Вважається, що якщо серед інших стратегій у гравця є домінуюча, то гравцеві рекомендується слідувати саме цій стратегії. Варто відзначити, що наявність домінуючих стратегій – дуже рідкісний випадок, особливо якщо такі стратегії є у обох гравців.

Виключення домінованих стратегій. Домінованою називають стратегію $(\overline{A_i^C}, \overline{A_j^M})$, яка приносить гравцеві (судновласнику/менеджеру) результати (P_{ij}^C / P_{ji}^M) не кращі, ніж будь-яка інша його стратегія незалежно від стратегії, обраної іншим гравцем (менеджером/судновласником). Щоб визначити, чи існує така стратегія для кожного гравця, спочатку необхідно знайти мінімальні значення

Іншими словами, будь-яка стратегія гравця (судновласника/менеджера) є обережною ($A_i^{\circ C} / A_j^{\circ M}$), якщо даній стратегії відповідає виграш ($P_{ij}^{C(maxmin)} / P_{ji}^{M(maxmin)}$), який визначається наступним чином (2.29):

$$\begin{aligned}
 P_{ij}^{C(maxmin)} &= \max[\min\{P_{11}^C; P_{12}^C; \dots; P_{1j}^C; \dots; P_{1n}^C\}; \min\{P_{21}^C; P_{22}^C; \dots; P_{2j}^C; \dots; P_{2n}^C\}; \dots; \\
 &\quad \min\{P_{i1}^C; P_{i2}^C; \dots; P_{ij}^C; \dots; P_{in}^C\}; \dots; \min\{P_{m1}^C; P_{m2}^C; \dots; P_{mj}^C; \dots; P_{mn}^C\}], \\
 P_{ji}^{M(maxmin)} &= \max[\min\{P_{11}^M; P_{12}^M; \dots; P_{1i}^M; \dots; P_{1m}^M\}; \min\{P_{21}^M; P_{22}^M; \dots; P_{2i}^M; \dots; P_{2m}^M\}; \dots; \\
 &\quad \min\{P_{j1}^M; P_{j2}^M; \dots; P_{ji}^M; \dots; P_{jm}^M\}; \dots; \min\{P_{n1}^M; P_{n2}^M; \dots; P_{ni}^M; \dots; P_{nm}^M\}], \\
 P_{ij}^{C(maxmin)} \in A_i^C &\Rightarrow A_i^{\circ C}, \quad P_{ji}^{M(maxmin)} \in A_j^M \Rightarrow A_j^{\circ M}.
 \end{aligned} \tag{2.29}$$

Максимінний підхід до прийняття рішень в умовах невизначеності згідно з яким приймається стратегія, яка в найгірших умовах гарантує максимальний виграш, іменується також критерієм Вальда.

Рівновага Неша (Р-НЕШ). Рівновагою Неша є такий стан, при якому жоден з гравців не може поліпшити своє становище в односторонньому порядку. Цей стан досягається при одночасній реалізації такої стратегії судновласника A_i^C і такої стратегії менеджера судна A_j^M , яким відповідають значення виграшів (P_{ij}^C та P_{ji}^M), що визначаються наступним чином (2.30):

$$\left\{ \begin{aligned}
 P_{ij}^C &= \min[\max\{P_{11}^C; P_{12}^C; \dots; P_{1j}^C; \dots; P_{1n}^C\}; \max\{P_{21}^C; P_{22}^C; \dots; P_{2j}^C; \dots; P_{2n}^C\}; \dots; \\
 &\quad \max\{P_{i1}^C; P_{i2}^C; \dots; P_{ij}^C; \dots; P_{in}^C\}; \dots; \max\{P_{m1}^C; P_{m2}^C; \dots; P_{mj}^C; \dots; P_{mn}^C\}], \\
 P_{ji}^M &= \min[\max\{P_{11}^M; P_{12}^M; \dots; P_{1i}^M; \dots; P_{1m}^M\}; \max\{P_{21}^M; P_{22}^M; \dots; P_{2i}^M; \dots; P_{2m}^M\}; \dots; \\
 &\quad \max\{P_{j1}^M; P_{j2}^M; \dots; P_{ji}^M; \dots; P_{jm}^M\}; \dots; \max\{P_{n1}^M; P_{n2}^M; \dots; P_{ni}^M; \dots; P_{nm}^M\}].
 \end{aligned} \right. \tag{2.30}$$

Важливо звернути увагу, що в даному випадку значення виграшів (P_{ij}^C та P_{ji}^M) розташовані в одній клітині (на одному рядку і в одному стовпці) матриці виграшів гравців.

Умова (2.30) відповідає рівновазі в чистих стратегіях, проте на практиці така рівновага не завжди досягається. У цьому випадку задача знаходження рівноваги переходить в задачу пошуку рівноваги в рандомізованих (змішаних) стратегіях, що актуально для багаторазово повторюваних ігор, якою, проте, не є розглянута гра судновласника і менеджера судна. Крім того, рівноваг Неша може бути кілька.

З точки зору нормативного підходу, теорія ігор рекомендує кожному учаснику використовувати стратегію, яка входить в рівновагу Неша. Це пов'язано з тим, що жодному з гравців не вигідно відхилятися в односторонньому порядку від обраної стратегії, що забезпечує сталість взаємодії сторін.

Однак, з точки зору позитивного підходу, такий вибір стратегій не завжди є кращим і не завжди забезпечує сталість взаємодії. Так, наприклад, якщо для судновласника і менеджера рівновага Неша досягається при реалізації недобросовісних стратегій, то незабаром це позначиться на якості послуг, які надаються, що порушить сталість у відносинах сторін договору. Крім того, рівновага Неша може бути неефективною. Іншими словами, існують такі стратегії судновласника і менеджера, виграш за якими хоча б для одного гравця більше, ніж виграш за рівноважними стратегіями. У зв'язку з цим, розглянемо поняття ситуацій оптимальних за Парето.

Парето-оптимум (ПО). Оптимальність за Парето – це наявність такої ситуації, при якій за рахунок зміни стратегії не можна збільшити виграш хоча б одного гравця так, щоб при цьому не зменшити виграші інших гравців. Сталий Парето-оптимум досягається при рівновазі і означає, що жодній зі сторін не вигідно від неї відхилитися.

У теорії ігор передбачається, що оптимальним для гравців є рішення щодо реалізації таких стратегій, при яких рівновага Неша є одночасно оптимальною за

Парето. Таке поєднання стратегій забезпечує сталу і ефективну взаємодію. Однак, на практиці таких стратегій в некооперативній грі практично не існує, в зв'язку з чим гравцям рекомендується об'єднати зусилля для забезпечення сталості та ефективності їхньої взаємодії.

Застосування викладеної вище методики і теоретичних положень теорії ігор сприяє ідентифікації сформованих взаємин між розглянутими судновласником і менеджером судна, а також розробці рекомендацій щодо реалізації стратегій, що забезпечують їхні сталість і ефективність. Представлена методика може бути застосована для конкретних компаній, які виступають, відповідно, судновласником і менеджером за одним договором про судновий менеджмент. В даному дослідженні розглянемо типову ситуацію, яка складається між судновласником і менеджером, що функціонують на ринку.

В теорії контрактів [104] при вивченні проблеми «принципал-агент» розглядають три основні стратегії поведінки щодо виконання договору:

- стратегія «золотого правила» (ЗП);
- стратегія «стандарту рівних зусиль» (РЗ);
- стратегія «опортуністичної поведінки» (ОП).

Стратегії поведінки сторін договору не обмежуються вищезгаданими. Можливі і комбіновані стратегії, які можна одержати поєднанням трьох перерахованих вище.

Розглянемо прояв перерахованих стратегій для кожної зі сторін договору.

Для судновласника:

- стратегія ЗП передбачає сумлінну працю та дотримання всіх умов договору.

Вона орієнтує судновласника на створення хороших умов для роботи менеджера і винагороду для нього відповідно до результатів роботи, не виключаючи можливості перегляду винагороди B на предмет її збільшення ($B^{t+1} > B^t$). Дана стратегія також передбачає ретельний контроль за діяльністю менеджера поряд з «рекламуванням»

його роботи в колі партнерів. При цьому судновласник розраховує на аналогічне ставлення з боку менеджера.

– стратегія РЗ передбачає дотримання всіх умов договору без додаткового заохочення виконаної менеджером роботи і збереження винагороди на колишньому рівні ($B^{t+1} = B^t$), не створюючи при цьому умов для більш старанної роботи менеджера, яка від нього і не вимагається.

– стратегія ОП передбачає недобросовісну роботу і недотримання деяких умов договору (наприклад, затримку грошових надходжень на рахунок менеджера, приховування важливої інформації тощо), відсутність додаткового заохочення за виконану менеджером роботу (зокрема перегляд винагороди в сторону зниження навіть при самій якійсій роботі менеджера ($B^{t+1} < B^t$) під приводом несприятливої кон'юнктури ринку). Однак при цьому судновласник вимагає від менеджера, як мінімум, добросовісну роботу (без обману), не створюючи при цьому сприятливих умов.

Для менеджера:

– стратегія ЗП передбачає сумлінну працю та дотримання всіх умов договору, в тому числі максимізацію прибутку судновласника (наприклад, за рахунок залучення нових клієнтів, виправданої економії коштів). При цьому менеджер витрачає більше зусиль на роботу і чекає від судновласника такої ж стратегії поведінки.

– стратегія РЗ передбачає дотримання всіх умов договору, не прагнучи до збільшення прибутку судновласника і, відповідно, не привносячи в роботу «нововведень» (залучаючи для роботи тільки напрацьовану клієнтуру, постачальників, екіпаж, не прагнучи знайти кращих фахівців). При цьому менеджер не витрачає додаткових зусиль на роботу і не очікує від судновласника заохочень за працю.

– стратегія ОП передбачає недобросовісну роботу і недотримання деяких умов договору (зокрема, приховування частини прибутку від судновласника за рахунок

економії коштів на паливі іншої якості, екіпажі, при закупівлі суднових деталей тощо), надаючи, таким чином, вантажовласникам та пасажиром неякісну послугу з транспортування.

Як бачимо, стратегії ЗП, РЗ і ОП застосовні як для діяльності судновласника, так і для діяльності менеджера, що свідчить про так звану рівноправність сторін, не дивлячись на «підлегле» положення менеджера.

Обрані сторонами стратегії визначають «тип» судновласників і менеджерів.

Слід нагадати, що на практиці перераховані вище стратегії не є вичерпними і можуть бути більш деталізовані на розсуд ОНР.

В додатках (Додаток Ф) наведені міркування про результати роботи судновласника і менеджера при різних поєднаннях їхніх стратегій, які дозволяють оцінити виграші гравців.

На практиці результати роботи судновласника і менеджера, як правило, відображаються в грошовому вираженні у вигляді фінансового результату. У розглянутій грі оцінити виграші в грошових одиницях досить складно, оскільки врахувати всі чинники, що впливають на результати роботи гравців, не представляється можливим. У зв'язку з цим для формування матриці виграшів доцільно використовувати шкалу порядку (бальну шкалу), тобто значення виграшів будуть являти собою не реальні чисельні величини, а їхню впорядкованість. Для цього проведемо ряд дій, які складають універсальну методику ранжирування виграшів для формування матриці виграшів в розглянутій грі.

Спочатку, ранжируємо виграші судновласника за кожною з його стратегій виходячи зі стратегій менеджера (правила 1-3 для судновласника, див. Додаток Ф), потім ранжируємо всі стратегії судновласника при кожній стратегії менеджера (правила 4-6 для судновласника, див. Додаток Ф) і представляємо в матричному вигляді (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Результати ранжирування виграшів судновласника

СТРАТЕГІЇ ГРАВЦІВ		СТРАТЕГІЯ МЕНЕДЖЕРА СУДНА		
		Золоте правило (ЗП)	Стандарт рівних зусиль (РЗ)	Опортуністична поведінка (ОП)
СТРАТЕГІЯ СУДНО-ВЛАСНИКА	Золоте правило (ЗП)	3 2	2 1	1 2
	Стандарт рівних зусиль (РЗ)	3 3	2 2	1 1
	Опортуністична поведінка (ОП)	2 1	3 3	1 3

Упорядкування виграшів в першому випадку здійснюється за шкалою $1; \overline{N^M}$, де N^M – кількість стратегій менеджера (верхній правий кут табл. 2.4). При цьому гіршому результату від реалізації стратегії присвоюється значення 1, кращому – максимальне значення за шкалою, тобто N^M . У другому випадку упорядкування виграшів проводиться за шкалою $1; \overline{N^C}$, де N^C – кількість стратегій судновласника (нижній лівий кут табл. 2.4). Гіршому результату від реалізації стратегій присвоюється значення 1, кращому – максимальне значення за шкалою, тобто N^C . У грі, що розглядається, $N^M = 3$ та $N^C = 3$.

На підставі табл. 2.4 можна зробити висновок про те, що стратегія РЗ для судновласника однозначно найгірша при стратегії менеджера ОП, так як для обох випадків результатам присвоєні мінімальні значення (1, 1). При цьому, ця ж стратегія для судновласника є однозначно кращою при стратегії менеджера ЗП з максимальними результатами (3, 3). При цьому, комбінація, при якій обидва гравці працюють за стандартом рівних зусиль, – для судновласника не найгірша і не найкраща, а займає середню позицію серед всіх комбінацій стратегій гравців з середніми значеннями результатів (2, 2). Виходячи з цих міркувань, усі поєднання стратегій можна впорядкувати між собою і привласнити значення за бальною шкалою $1; \overline{N^K}$, де N^K – кількість комбінацій поєднання результатів (для судновласника) після їх ранжування (див. табл. 2.4). Так, поєднанню стратегій з

гіршими результатами (1, 1) присвоюється мінімальне значення за шкалою – 1, з кращими результатами (3, 3) – N_c^K . Інші поєднання результатів приймають відповідні значення, що знаходяться між 1 і N_c^K . При цьому приймається, що комбінації з результатами, що відбиваються дзеркально, наприклад (2, 1) і (1, 2), набувають одного і того ж значення за шкалою $\overline{1; N^K}$. На підставі вищевикладеного сформуємо матрицю виграшів судновласника для даної гри, в якій $N_c^K = 6$ (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Матриця виграшів судновласника

СТРАТЕГІЇ ГРАВЦІВ		СТРАТЕГІЯ МЕНЕДЖЕРА СУДНА		
		Золоте правило (ЗП)	Стандарт рівних зусиль (РЗ)	Опортуністична поведінка (ОП)
СТРАТЕГІЯ СУДНО-ВЛАСНИКА	Золоте правило (ЗП)	5	2	2
	Стандарт рівних зусиль (РЗ)	6	4	1
	Опортуністична поведінка (ОП)	2	6	3

Аналогічні дії проводимо для менеджера (виходячи з правил 1-6 для менеджера) і результати також представляємо в матричному вигляді (табл. 2.6).

Важливо відзначити, що тут і далі представлено окремо впорядкування виграшів для судновласника і окремо – для менеджера. У контексті даного дослідження виграші гравців не порівнюються один з одним. Іншими словами, виграш судновласника в «2» не дорівнює виграшу менеджера в «2».

Таблиця 2.6 – Матриця виграшів менеджера

СТРАТЕГІЇ ГРАВЦІВ		СТРАТЕГІЯ МЕНЕДЖЕРА СУДНА		
		Золоте правило (ЗП)	Стандарт рівних зусиль (РЗ)	Опортуністична поведінка (ОП)
СТРАТЕГІЯ СУДНО-ВЛАСНИКА	Золоте правило (ЗП)	5	4	1
	Стандарт рівних зусиль (РЗ)	2	3	5
	Опортуністична поведінка (ОП)	2	1	4

Це означає, що в ході рішення і інтерпретації гри не використовуються коефіцієнти, що відображають пряму залежність між виграшами судновласника і менеджера, що властиво для теорії ігор (виграші сторін не порівнюються між собою).

Зведемо розподіл виграшів судновласника і менеджера в одну таблицю (табл. 2.7).

Для вирішення гри, виграші гравців якої представлено в таблиці 2.7, скористаємося способами, описаними в даному підрозділі.

Таблиця 2.7 – Розподіл виграшів в грі «судновласник-менеджер судна»

СТРАТЕГІЇ ГРАВЦІВ		СТРАТЕГІЯ МЕНЕДЖЕРА СУДНА		
		Золоте правило (ЗП)	Стандарт рівних зусиль (РЗ)	Опортуністична поведінка (ОП)
СТРАТЕГІЯ СУДНОВЛАСНИКА	Золоте правило (ЗП)	5	4	1
	Стандарт рівних зусиль (РЗ)	2	3	5
	Опортуністична поведінка (ОП)	2	1	4

Домінуючі стратегії. У розглянутій грі «судновласник-менеджер судна» у жодного гравця немає домінуючої стратегії, тому такий спосіб вирішення гри не застосовується до даної гри.

Виключення домінованих стратегій. У розглянутій грі у жодного гравця немає однозначно «слабкої», тобто домінованої стратегії. У зв'язку з цим такий спосіб вирішення гри так само як і попередній не застосовується до даної гри.

Обережні (максимінні) стратегії (ОС).

Оскільки для судновласника дотримується умова (2.31):

$$\max(\min(5,2,2); \min(6,4,1); \min(2,6,3)) = \max(2,1,2) = 2 \quad (2.31)$$

та «2» є гарантованим результатом при стратегіях ЗП і ОП, то обидві стратегії є обережними для судновласника.

Для менеджера обережною стратегією є стратегія ЗП, оскільки (2.32):

$$\max(\min(5,2,2); \min(4,3,1); \min(1,5,4)) = \max(2,1,1) = 2, \quad (2.32)$$

а гарантований результат, який рівний «2», відповідає виграшу від реалізації менеджером стратегії ЗП.

В цьому випадку, якщо судновласник прийняв рішення щодо реалізації стратегії ЗП або ОП, і менеджер – щодо стратегії ЗП, то можна говорити про те, що сторони угоди знаходяться в рівновазі в обережних стратегіях. Зауважимо, що виграші сторін при одночасній реалізації стратегії ЗП (5, 5) перевершують результати при реалізації судновласником стратегії ОП, а менеджером – ЗП (2, 2). Більш того, в такій комбінації виграш менеджера «5» – максимальний з можливих.

Рівновага Неша (Р-НЕС). Гра, що розглядається, має рівновагу Неша в чистих стратегіях з виграшем гравців (3, 4), оскільки для судновласника дотримується умова (2.33) і для менеджера умова (2.34):

$$\min(\max(5,6,2); \max(2,4,6); \max(2,1,3)) = \min(6,6,3) = 3, \quad (2.33)$$

$$\min(\max(5,4,1); \max(2,3,5); \max(2,1,4)) = \min(5,5,4) = 4, \quad (2.34)$$

причому значення «3» (виграш судновласника) і «4» (виграш менеджера) розташовані в одній клітинці (на одному рядку і в одному стовпці) матриці виграшів гравців. Таким чином, рівновага Неша досягається при реалізації стратегії ОП судновласника і стратегії ОП менеджера, і така взаємодія між сторонами – стала.

Для повноти рішення розглянемо поняття ситуацій оптимальних за Парето, і визначимо такі для даної гри.

Парето-оптимум (ПО). Як уже зазначалося, оптимальність за Парето виражається в наявності такої ситуації, при якій за рахунок зміни стратегії не можна збільшити виграш хоча б одного гравця так, щоб при цьому не зменшити виграші інших гравців. При цьому сталий Парето-оптимум досягається при рівновазі і

означає, що жодній зі сторін не вигідно від неї відхилитися. У розглянутій задачі три несталіх Парето-оптимума, яким відповідає поєднання стратегії менеджера ЗП зі стратегіями судновласника ЗП і РЗ, а також стратегія менеджера РЗ в поєднанні зі стратегією судновласника ОП (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 – Розподіл виграшів в грі «судновласник-менеджер судна»

СТРАТЕГІЇ ГРАВЦІВ		СТРАТЕГІЯ МЕНЕДЖЕРА СУДНА		
		Золоте правило (ЗП) ОС	Стандарт рівних зусиль (РЗ)	Опортуністична поведінка (ОП)
СТРАТЕГІЯ СУДНОВЛАСНИКА	Золоте правило (ЗП) ОС	5 ПО	4	1
	Стандарт рівних зусиль (РЗ)	2 ПО	3	5
	Опортуністична поведінка (ОП) ОС	2	1 ПО	4 Р-НЕШ
		5 2 2	2 4 6	2 1 3

Інтерпретація гри «судновласник-менеджер судна».

З рішення гри впливає, що існує рівновага Неша в чистих стратегіях, яка, однак, не збігається з рівновагою в обережних стратегіях. Рівновазі Неша відповідає поєднання стратегії ОП судновласника і стратегії ОП менеджера. При цьому гравці опиняються в ситуації, коли зміна стратегії будь-ким з них в односторонньому порядку не покращує його результат. При цьому, обираючи одночасно обережні для себе стратегії – ЗП для судновласника і менеджера, гравці максимізують свій гарантований виграш (мінімізують програш). Варто відзначити, що в рівноважній ситуації Неша результати обох гравців кращі, ніж при рівновазі в обережних стратегіях.

Тобто, виходячи із теорії некооперативних ігор, вибір гравцями стратегій, відповідних рівновазі Неша раціонально при наявності інформації про розподіл виграшів протилежної сторони. Якщо інформація про виграші «суперника» не відома, то раціональним вибором кожного гравця буде стратегія поведінки, яка

приносить менші втрати в порівнянні з іншими можливими втратами, тобто «обережна стратегія». А при наявності такої інформації кожен гравець припускає, що другий гравець може використовувати свою «обережну» стратегію. У цьому випадку вибір стратегій гравцями може проходити за таким сценарієм.

Судновласник, припускаючи, що менеджер вибере свою «обережну стратегію» ЗП, обирає стратегію РЗ, тому що в цьому випадку він отримує більший виграш («6» у порівнянні з «5»). Менеджер, припустивши таку стратегію поведінки суперника вибере стратегію ОП, щоб отримати більший виграш («5» у порівнянні з «2»). При цьому, судновласник, що враховує можливість таких міркувань менеджера також вибере стратегію ОП, яка є однією з його «обережних стратегій». Таким чином, гравці опиняться в ситуації рівноваги Неша.

При цьому менеджер передбачає, що судновласник також вибере одну зі своїх «обережних стратегій», причому, очевидно, ту, що приносить йому більшу вигоду («5» у порівнянні з «2») і в цьому випадку йому вигідно застосувати свою стратегію ЗП. Однак, припускаючи такі міркування менеджера, судновласник буде слідувати вищеприписаного сценарію, і гравці також опиняться в ситуації рівноваги Неша, застосовуючи свої недобросовісні стратегії ОП.

При цьому обидві сторони угоди про судовий менеджмент отримують додатні виграші, і ніхто не шкодуватиме про прийняту стратегію, оскільки будь-яка інша стратегія принесла б гірший результат за інших незмінних обставин. Таким чином, стан судновласника і менеджера, відповідний виграшу «3, 4» вважається сталою рівновагою.

Однак, не дивлячись на сталість рівноваги Неша, така рівновага не є Парето-ефективною, тобто існують поєднання стратегій, виграш за якими краще для обох гравців. Таким чином, неефективна, але стала рівновага, яка встановлена при поєднанні несумлінних стратегій судновласника і менеджера, свідчить про наявність інституційної пастки (в англ. мові використовується поняття lock-in effect – ефект блокування). Інституційна пастка являє собою неефективну сталу норму

(неефективний інститут), що має самопідримуючий характер [151]. Крім того, розглянута ситуація пов'язана, в першу чергу, з негативними екстерналіями (з англ. externalities). Тобто, угода між судновласником і менеджером, яка супроводжується недобросовісною поведінкою з обох сторін, завдає шкоди особам, які не мають відношення до ринкової угоди. В даному випадку до таких осіб належать вантажовласники та/або пасажери, фрахтувальники та/або покупці суден, які передані в менеджмент відповідно до договору про судновий менеджмент. Екстерналія відбивається в несприятливу екологічну ситуацію на ринку морських перевезень, коли клієнтам може пропонуватися неякісна послуга.

У зв'язку з тим, що в даний час судновласники і менеджери функціонують в умовах жорсткої конкуренції, рівновага Неша в розглянутій грі – стала лише в короткостроковому періоді. Так, з часом негативний результат від недобросовісного виконання договору суднового менеджменту буде очевидним. Будь-якій стороні буде вигідно розірвати договір після того як недобросовісний «тип» протилежної сторони буде розкрито, оскільки при добросовісних стратегіях другої сторони, виграш першої буде більше. В результаті, в довгостроковій перспективі несумлінні судновласники, також, як і менеджери-«обманщики», будуть внесені до «чорного списку», їхній «тип» буде відомо, а період відновлення репутації – довгим (аж до перереєстрації фірм під іншою назвою). Іншими словами, в довгостроковій перспективі буде виключено несприятливий відбір. У зв'язку з цим, в довгостроковій перспективі стратегію опортуністичної поведінки (ОП) у грі, що розглядається, необхідно виключити для обох сторін.

Для виключення недобросовісної поведінки в найкоротші терміни, доцільним є членство у відповідних асоціаціях (у вигляді добровільних об'єднань), наприклад, «Міжнародна Асоціація судновласників Чорноморського регіону (БІНСА)» для судновласника і «Міжнародна Асоціація суднових менеджерів (ІСМА)» для менеджерів. Такі асоціації, будучи незалежними інститутами, шляхом виконання операції скринінгу (з англ. screening – відбір, сортування), будуть «відкривати»

стратегії поведінки сторін угоди ще до підписання договору про судновий менеджмент, перешкоджаючи, таким чином, їхню несумлінну поведінку.

Після «витіснення» несумлінних судновласників і менеджерів з ринку (до підписання контракту або за результатами виконання угоди про менеджмент судна) розподіл вигащів матиме вигляд (табл. 2.9).

Таблиця 2.9 – Розподіл вигащів в грі «судновласник-менеджер судна» при добросовісних стратегіях

СТРАТЕГІЇ ГРАВЦІВ		СТРАТЕГІЯ МЕНЕДЖЕРА СУДНА	
		Золоте правило (ЗП)	Стандарт рівних зусиль (РЗ) ОС
СТРАТЕГІЯ СУДНОВЛАСНИКА	Золоте правило (ЗП)	5 НО	4
	Стандарт рівних зусиль (РУ) ДС, ОС	2 НО	3
		6	4

У грі, що розглядається, всі стратегії – добросовісні, однак дають різні результати для гравців. Як і раніше припускаємо, що дії гравців не координуються і розв'язувана гра – некооперативна.

Домінуючою стратегією для судновласника є стратегія стандарту рівних зусиль (РЗ). Дійсно, судновласнику вельми вигідно працювати сумлінно і при цьому не докладати додаткових зусиль. У кращому випадку він отримує прибуток більше, ніж очікуваний, нових клієнтів, додатковий попит на його послуги, збільшується престиж компанії в цілому, зміцнюються позиції на ринку. У гіршому випадку судновласник отримує прибуток в межах очікуваного (планового) і не більше того. Ця ж стратегія є «обережною стратегією» судновласника.

Для менеджера в даній грі домінуючої стратегії немає, проте є «обережна стратегія», якою є стратегія рівних зусиль (РЗ). Менеджеру вигідно працювати без будь-яких зусиль, якщо він не знає напевно, чи будуть винагородженні його зусилля.

Гра має єдину рівновагу Неша в чистих стратегіях, вона ж є рівновагою в обережних стратегіях. Рівновазі відповідає поєднання стратегії РЗ для судновласника і поєднання стратегії РЗ для менеджера. Рівновага стала, оскільки жодній стороні не вигідно застосовувати стратегію золотого правила (ЗП), якщо інша сторона працює за стандартом рівних зусиль (РЗ). Однак при цьому рівновага Неша не є ефективною за Парето. Це пов'язано з тим, що, працюючи без особливих зусиль, менеджер ризикує перетворити судна судновласника в неконкурентоспроможні на ринку морських перевезень. А судновласник, в свою чергу, дотримуючись стратегії РЗ не сприяє кращій роботі менеджера, а, отже, і зміцненню позицій на ринку.

Разом з тим, опинившись в найбільш ефективному становищі (взаємодія стратегій ЗП для судновласника і ЗП для менеджера) судновласнику вигідно змінити стратегію в бік РУ і поліпшити свій результат (з «3» до «6»). Однак, в результаті зміни стратегій сторони опиняться в нерівноважному і неефективному положенні з виграшем (6, 2). Іншими словами, ситуації, які відповідні Парето-оптимуму, відповідають несталій взаємодії сторін.

Таким чином, вирішення гри демонструє проблему кооперації між судновласником і менеджером, коли рівновага – єдина, але не оптимальна за Парето [152]. Для вирішення такої проблеми необхідно змінити систему виграшів так, щоб стан, оптимальний за Парето, перетворити в рівноважний [152]. Це можливо за рахунок введення в гру одного або декількох обмежень (правил). На практиці це можна реалізувати, наприклад, шляхом прописування (уточнення) в договорі про судновий менеджмент (або в усній формі) додаткових обов'язків менеджера, спрямованих на отримання судновласником певних результатів і системи заохочень менеджера за досягнення таких результатів.

Такими результатами можуть бути, наприклад, кількість нових клієнтів і отриманий від надання їм послуг прибуток; прибуток понад очікуваного (планового) або понад прибуток, отриманий в попередньому періоді; збільшення частки ринку;

зниження витрат в результаті раціональної економії тощо. Може також розглядатися подальша можливість пайової участі менеджера в капіталі судновласника для довгострокового співробітництва, створення коаліції. Це виключить можливість судновласника залишити заслуги менеджера непоміченими.

Доповнення та уточнення в договорі суднового менеджменту призведуть до зміни системи вигащів. Так, працювати за ЗП для судновласника буде більш вигідним у порівнянні зі стратегією РЗ, тому що менеджер мотивований і судновласник може розраховувати на різні позитивні результати від роботи менеджера, і при цьому витрати на винагороду цієї роботи будуть виправданими. При цьому менеджер, який працює за ЗП отримує більшу вигоду в порівнянні з роботою за стратегією РУ, оскільки буде впевнений у винагороді за старанну роботу з боку судновласника, який мотивований перспективою отримання додаткових позитивних результатів. Разом з тим робота менеджера за РЗ стає менш вигідною для нього, оскільки не дозволяє розраховувати на додаткові винагороди тільки за результатами стандартної роботи, так як в договорі прописуються очікувані результати роботи менеджера. Крім того, невиконання додаткових обов'язків, прописаних в договорі може привести до значних негативних наслідків для менеджера. Стратегія РУ також стає менш вигідною для судновласника, оскільки він не зможе отримувати вигоду економлячи на винагороді менеджера, тому що умови його виплати прописані в контракті.

У зв'язку з цим, матриця вигащів судновласника і менеджера матиме вигляд (табл. 2.10).

Вирішення даної гри демонструє наявність домінуючих стратегій у кожного гравця, яким відповідають стратегія ЗП для судновласника і стратегія ЗП для менеджера. При поєднанні даних стратегій гравці досягають рівноваги в домінуючих стратегіях, яка є також сталою рівновагою Неша. Крім того, досягнута рівновага є оптимальною за Парето, що свідчить про його ефективність, взаємну відповідальність гравців і вирішує проблему кооперації судновласника і менеджера.

У цьому випадку обидві сторони усвідомлюють, що їм не вигідно відхилятися від нового положення, яке приносить їм більший результат, ніж рівновага при некооперативній грі.

Таблиця 2.10 – Розподіл виграшів в грі «судновласник-менеджер судна» при істотних доповненнях до договору

СТРАТЕГІЇ ГРАВЦІВ		СТРАТЕГІЯ МЕНЕДЖЕРА СУДНА	
		Золоте правило (ЗП) ДС, ОС	Стандарт рівних зусиль (РЗ)
СТРАТЕГІЯ СУДНО- ВЛАСНИКА	Золоте правило (ЗП) ДС, ОС	6 ПО Р-НЕН	3
	Стандарт рівних зусиль (РУ) ОС	3 5	2 3

Таким чином, найвигіднішим рішенням для судновласника та менеджерської компанії з метою досягнення кращих результатів при їхній взаємодії є кооперація, яка реалізується шляхом уточнень і доповнень у договорі про судновий менеджмент. Добросовісна робота обох сторін та чесне виконання ними своїх обов'язків за договором про судновий менеджмент позитивно вплине не лише на їхню діяльність, а і на ринок в цілому. Співробітництво судновласника і менеджера при цьому буде сталим і ефективним у довгостроковій перспективі.

Запропоновані методичні положення і практичні рекомендації щодо обґрунтування поведінки СК та менеджерської компанії з приводу укладення договору про судновий менеджмент знайшли застосування у виробничій діяльності тайм-чартерного оператора «Milestone Shipping S.A.». Реалізація положень сприяла забезпеченню сталій та ефективній взаємодії між «Milestone Shipping S.A.» та компаніями-принципалами, які передавали свої судна в оперативний менеджмент, а також дозволила уникнути потенційного конфлікту інтересів та вдосконалити організацію транспортних процесів (див. Додаток Г).

Висновки до розділу 2

1. У розділі проведено дослідження, спрямоване на подолання протиріччя 1 (див. п. 2.1), в процесі якого виявлено відсутність уніфікованого і систематизованого уявлення про існуючі в світовій практиці різновиди поромів, що обумовлено широким різноманіттям поромів, номенклатур вантажів і цілей переміщення пасажирів.

В результаті розроблено теоретичні положення щодо ідентифікації суден-поромів на ринку світового судноплавства. У зв'язку з цим:

- на основі теоретико-множинного підходу аналітично обґрунтовано і наочно проілюстровано взаємозв'язок між основними видами поромів та відповідними судноплавними ринками;

- встановлено і формалізовано взаємозамінність «ро-ро» і «ро-пакс» поромів та взаємодоповнюваність їхніх послуг, що дозволяє визначити закономірності формування вантажопотоків, пасажиропотоків та попиту на транспортні послуги з перевезення вантажів і пасажирів. Проведено експериментальне дослідження з обґрунтування показника еластичності попиту за ціною на прикладі поромної лінії Чорноморськ-Батумі (див. Додаток Р);

- все розмаїття поромів, що згруповано за об'єктами перевезень, уточнено і структуровано за двома додатковим класифікаційними ознаками – за цілями пасажирів і номенклатурою вантажів, для перевезення яких призначені пороми.

2. Для подолання протиріччя 2 проведено аналіз теоретичних основ сталості і рівноваги в різних сферах наукових знань (див. п. 2.2). В результаті:

- запропоновано трактування та визначено поняття «сталість» в аспекті управління СК;

- виявлено і систематизовано можливі варіанти стану СК в результаті її взаємодії із ЗС, що сприяє вирішенню питань, пов'язаних з визначенням закономірностей взаємного впливу транспортних систем і зовнішнього середовища;;

– формалізовано феномен рівноваги в діяльності СК з точки зору статичної і динамічної, а також аналітично обґрунтовано вплив окремих факторів внутрішнього середовища СК на її рівновагу із ЗС.

3. Розроблено теоретичні та методичні положення щодо обґрунтування поведінки судновласника і менеджерської компанії (див. п. 2.3) з приводу укладання договору про судновий менеджмент для уникнення потенційного конфлікту інтересів, що передбачає розглядання договору між учасниками договору з точки зору теорії неповних контрактів. У зв'язку з цим:

– формалізовано та ідентифіковано за різними ознаками модель, яка описує взаємодію між СК і менеджерською компанією на етапі, який передують укладанню договору про судновий менеджмент;

– розроблено методику оцінки результатів, які отримують при реалізації певних стратегій судновласник поромного тоннажу та менеджерська компанія.

– реалізовано практичне вирішення гри, яке дозволило обґрунтувати поведінку судновласника і менеджерської компанії, що сприяє досягненню ефективної та сталої рівноваги між гравцями, долаючи, таким чином, протиріччя 3.

Результати досліджень, проведених в даному розділі, опубліковано в статтях [5, 31, 33-35, 41-46, 48, 49, 51-53] і монографіях [1, 54, 55], а також представлено в структурних частинах фундаментальних і кафедральних науково-дослідних тем ОНМУ: ДБ 99-15 (ПК № 0015U000609) [16, 17], К 33-12 (ПК № 0109U003246) [23], К 33-12 (ПК № 0112U001850) [26], Крім того, результати розробок було впроваджено у виробничу діяльність тайм-чартерного оператора «Milestone Shipping S.A.» (див. Додаток Г).

РОЗДІЛ 3

ОБГРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖОПАСАЖИРСЬКИХ ПОРОМІВ

3.1 Обґрунтування завантаження вантажопасажирського порома

Одним з найважливіших виробничих завдань при організації роботи флоту є завдання обґрунтування завантаження кожного окремого судна незалежно від того, у кого воно знаходиться в управлінні – у власника судна або судновласника (див. п. 2.3). Причому показник завантаження судна є параметром внутрішнього середовища СК. Як раніше зазначалось (див. п. 2.2), здатність компанії забезпечувати зміну своїх параметрів в певних допустимих межах сприяє в цілому її сталості. Що стосується параметра «завантаження судна», який відображається в кількості вантажів та/або пасажирів, прийнятих до перевезення, то область його сталої (див. п. 2.2) рівноваги обмежується з одного боку максимальними вантажопід'ємністю, вантажомісткістю, пасажиромісткістю судна і з іншого боку показниками завантаження, при яких судно як мінімум не зазнає збитків і нормально функціонує – критичними показниками завантаження судна вантажами та/або пасажирями.

Забезпечення поромних сполучень здійснюється суднами-поромами, які працюють в режимі лінійного судноплавства. При цьому завантаження суден характеризується багатоміснотністю вантажів, а букінг-ноти (booking note) на резервування місць на судні для їх перевезення подаються в лінію різними вантажовідправниками і їхніми агентами-експедиторами [47]. Крім того:

– вантажі, що розміщуються на борту порома, мають різні лінійні і об'ємно-масові характеристики, кожна з яких в залежності від специфіки вантажу може виступати і враховуватися в якості ключової транспортної характеристики при формуванні завантаження порома [38];

– заявки на перевезення вантажів надходять неодноразово, а протягом певного проміжку часу, за який вони обробляються, підтверджуються на планований, або на наступний судновихід [27].

Все вищесказане ускладнює процес прийняття рішень щодо формування завантаження суден-поромів. В даний час аналіз можливості розміщення вантажу за кожною наступною заявкою, і, відповідно, формування оперативного плану завантаження судна здійснюються агентами лінії за допомогою стандартних функцій програми електронних таблиць MS Excel. У зв'язку з цим процес прийняття рішень щодо формування завантаження поромів на етапі планування його роботи характеризується:

- сильним впливом «людського фактору»;
- високою трудомісткістю;
- значними витратами часу;
- великою кількістю ітерацій з додатковими вихідними даними в залежності від надходження нових заявок;
- обмеженою кількістю розглянутих альтернатив;
- недооцінкою багатьох чинників і в результаті, вибором не завжди кращого варіанту [54].

У свою чергу, невірне рішення в частині завантаження судна, яке пов'язане з нерациональним використанням його виробничих можливостей, часто призводить до необхідності відмови клієнтові у продажу транспортної послуги на планований судновихід. Наслідком цього є втрачений прибуток СК і висока ймовірність втрати її потенційного клієнта, який буде змушений вдаватися до послуг конкурентів.

У зв'язку з вищевикладеним ставиться задача розробки відповідного, адаптованого до особливостей експлуатації вантажопасажирських поромів, методичного забезпечення процесів підготовки і прийняття рішень щодо формування завантаження окремих суден.

Для вирішення поставленої задачі і досягнення мети дослідження першочерговою необхідністю є розгляд деяких особливостей поромних перевезень.

1. Специфічною особливістю вантажопасажирського порома є можливість композитного завантаження судна, коли різним об'єктам перевезень належать різні приміщення (місця) судна [44, 31]:

– вантажні палуби (B^{BAH}) – для вантажів в укрупнених вантажних одиницях (зал. вагонах, великовантажних автомобілях (далі «TIR», контейнерах) і транспортних засобів, які виступають в якості вантажу;

– каюти ($B^{ПАС}$) – для водіїв автомобілів «TIR» і пасажирів.

У свою чергу, все розмаїття рухомого складу залізничного транспорту ($I^{ЗАЛ}$) (зал. вагони, зал. цистерни, локомотиви) може розміщуватися лише на тих площах судна, які оснащені коліями. У зв'язку з цим, множина вантажних палуб (B^{BAH}) включає приміщення, які оснащені залізничними коліями і призначені для розміщення і перевезення відповідних вантажів ($B^{ЗАЛ}$), тобто $B^{ЗАЛ} \in B^{BAH}$.

Що стосується інших видів колісної техніки, то вони не вимагають спеціально оснащених палуб.

При відсутності вантажопотоку залізничного транспорту ($I^{ЗАЛ}$) інший вантаж може розміщуватися і перевозитися на тих палубах або їхніх частинах, які обладнані коліями [71].

Таким чином, на підставі апарату математичної логіки і теорії множин, представимо співвідношення логічного підпорядкування і перетину приміщень порома, що використовуються в комерційних цілях при його експлуатації ($B^{КОМ}$) (3.1):

$$\begin{cases} B^{КОМ} = B^{BAH} \cup B^{ПАС}, \\ B^{ЗАЛ} \in B^{BAH}. \end{cases} \quad (3.1)$$

2. Виходячи з технології проведення вантажних операцій, всю множину вантажів (I), що розміщуються на поромах, слід розділити на:

– вантажі, завантаження якими здійснюється горизонтальним способом (I^{PO-PO});

– вантажі, завантаження якими здійснюється вертикальним способом, тобто з допомогою кранів ($I^{ЛО-ЛО}$). Такий спосіб завантаження зустрічається рідше, оскільки вимагає оснащення причалу вантажними кранами.

У зв'язку з цим, правомірний запис (3.2):

$$I = I^{PO-PO} \cup I^{ЛО-ЛО}. \quad (3.2)$$

3. При горизонтальному способі проведення вантажних операцій використовується [54]:

– метод «roll on/roll off», при якому вантажі (легкові і вантажні автомобілі) потрапляють на борт судна своїм ходом;

– метод «drive on/drive off», при якому вантажі (контейнери, флети та інші великогабаритні вантажі) потрапляють на борт судна на спеціальних майданчиках з шасі (ролл-трейлерах);

– метод «truck to truck», при якому вантажі потрапляють на борт судна за допомогою різних навантажувачів.

4. Лімітуючим фактором при завантаженні суден накатного типу, включаючи пороми, є місткість суден в одиницях вантажу, обмежена довжиною шляхів і площею палуб [31].

5. Пором закріплено за певними портами і працює за визначеним розкладом, якого чітко дотримується, за винятком випадків, пов'язаних з форс-мажорними обставинами [34].

6. Особливістю поромів є не тільки перевезення широкої номенклатури вантажів і пасажирів, а й велика різноманітність вантажів в межах однієї

номенклатури, які відрізняються між собою лінійними і масовими характеристиками [30]. Це, в свою чергу, ускладнює процес підготовки і прийняття рішень щодо завантаження порома.

У СК «Укрферрі», наприклад, все розмаїття вантажів ділять на такі основні групи: залізничні вагони ($I^{BAГ}$), вантажні автомобілі «TIR» (I^{TIR}), контейнери ($I^{КОНТ}$), автомобілі (I^{ABTO}), палубний вантаж ($I^{П/BAH}$).

Найбільш розширена номенклатура вантажів складається з великої різноманітності рухомого складу (3.3):

$$I_1^{BAГ}, I_2^{BAГ}, \dots, I_v^{BAГ} \quad (3.3)$$

$$(v \in \overline{1; V}),$$

де V – тип рухомого складу (криті вагони, платформи, напіввагони, рефрижераторні вагони, залізничні цистерни та ін.).

До «TIR» відносять різні типи вантажних автомобілів (3.4):

$$I_1^{TIR}, I_2^{TIR}, \dots, I_r^{TIR} \quad (3.4)$$

$$(r \in \overline{1; R}),$$

де r – тип вантажного автомобіля (трейлер, контрейлер, причеп тощо).

До номенклатури «контейнери» відносять контейнери різних типорозмірів стандарту ISO (3.5):

$$I_1^{КОНТ}, I_2^{КОНТ}, \dots, I_w^{КОНТ} \quad (3.5)$$

$$(w \in \overline{1; W}),$$

де w – типорозмір контейнера (20-футовий, 40-футовий).

Навантаження контейнерів на борт порома здійснюється найчастіше горизонтальним способом на залізничних або колісних платформах, однак не виключена практика навантаження такого виду вантажних одиниць вертикальним способом.

До категорії «автомобілі» відносяться мотоцикли (I^{MOTO}) і різні легкові автомобілі (3.6):

$$I_1^{Л/А}, I_2^{Л/А}, \dots, I_a^{Л/А} \quad (3.6)$$

$$(a \in \overline{1; A}),$$

де a – тип легкового автомобіля (седан, джип, мікроавтобус тощо).

Палубний вантаж ($I^{П/ВАН}$) включає палетизовані вантажі (будівельні вантажі, обладнання) ($I^{ПАЛ}$), які навантажуються на палубу судна вертикальним способом або за допомогою навантажувачів, а також вантажі, які накочуються на колісних або зал. платформах в т.ч. проектні вантажі (великовагові та негабаритні вантажі), або своїм ходом ($I^{НАК}$), $I^{П/Г} = I^{ПАЛ} \cup I^{НАК}$.

Використовуючи інструментарій теорії множин, відобразимо співвідношення логічного підпорядкування і перетину вантажів, що перевозяться поромами (3.7), (3.8).

$$\begin{cases} I = I^{PO-PO} \cup I^{ЛО-ЛО}, \\ I^{PO-PO} = I^{ВАГ} \cup I^{TIR} \cup I^{КОНТ} \cup I^{АВТО} \cup I^{НАК}, \\ I^{ЛО-ЛО} = I^{ПАЛ} \cup I^{КОНТ}, \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\begin{cases} I^{BAГ} = I_1^{BAГ} \cup I_2^{BAГ} \cup \dots \cup I_v^{BAГ}, \\ I^{TIR} = I_1^{TIR} \cup I_2^{TIR} \cup \dots \cup I_r^{TIR}, \\ I^{КОHT} = I_1^{КОHT}, I_2^{КОHT}, \dots, I_w^{КОHT}, \\ I^{ABTO} = I^{MOTO} \cup I_1^{Л / A}, I_2^{Л / A}, \dots, I_a^{Л / A}, \\ I^{П / BAH} = I^{ПAЛ} \cup I^{HAK}, \end{cases} \quad (3.8)$$

$$(v \in \overline{1; V}, r = \overline{1; R}, w = \overline{1; W}, a = \overline{1; A}).$$

7. Очевидно, що від номенклатури вантажів, що перевозяться залежить і просторове розміщення вантажів на судні, і величина доходу, яку отримано в результаті їх транспортування [74]. Однак номенклатура вантажу – не єдина характеристика, що впливає на розміщення і вартість перевезення. З огляду на приклад роботи СК «Укрферрі», до характеристик, що впливають на розміщення і вартість перевезення, можна також віднести: лінійні розміри вантажних одиниць; рівень завантаження вантажних одиниць; клас небезпеки; країна-одержувач та/або країна-відправник вантажу; приналежність залізниці (для вагонів) і багато інших.

Причому для вантажних одиниць, які належать одній номенклатурі, кілька перерахованих вище характеристик можуть не збігатися. Так, наприклад, вантажні автомобілі одного типу відрізняються за довжиною, масою, вантажами, що перевозяться, тощо.

8. Основний попит на вантажні перевезення суднами-поромами формують відправники вантажів в залізничному рухомому складі та великовантажних автомобілях, на пасажирські – водії вантажних автомобілів. Вантаж в контейнерах, палубний вантаж, легкові автомобілі, їхні водії формують додатковий попит на вантажопасажирські перевезення поромами.

Завантаження вантажопасажирського порома на рейс планується на підставі заявок, що надходять від вантажовідправників. На кожному етапі надходження таких заявок аналізується можливість надання транспортної послуги за заявленими вантажами в планованому судовиході. Як правило, букінг-агентам виділяється

певна квота під навантаження вагонів і автомобілів, з урахуванням пріоритетності вантажопотоку на лінії і технічних можливостей судна. Однак виділена квота може бути використана не повністю. В цьому випадку до перевезення залучається або інший вантаж, або вантаж, квота на який вичерпана. Таким чином, судно довантажуються взаємозамінними вантажами, якщо це не суперечить його ТЕХ.

Перевезення пасажирів здійснюється згідно придбаним квиткам. Наявність місць в каютах різного типу і категорій розміщення відстежується на кожному етапі продажу квитків.

Варто зазначити, що заявки на перевезення вантажів і супроводжуваних їх пасажирів подаються одночасно, а їх перевезення окремо не здійснюється. Тобто при резервуванні місця на поромі для вантажу, необхідно враховувати наявність місць в каютах для розміщення пасажирів, які супроводжують цей вантаж (як правило, водіїв вантажних автомобілів та/або особистих легкових автомобілів) і навпаки.

Таким чином, множину пасажирів (J) умовно можна розділити на категорії:

- пасажирів, які супроводжують вантаж (J^{BAH});
- пасажирів без вантажу ($J^{\overline{BAH}}$).

У свою чергу, до пасажирів, які супроводжують вантаж (J^{BAH}), як правило, відносять:

– водіїв «TIR» (J^{TIR}). Причому часто вартість їх транспортування входить у вартість переміщення «TIR», а оплата проїзду другого водія здійснюється додатково;

– водіїв автомобілів (J^{ABTO});

– осіб, які супроводжують вантаж, що належить будь-якій іншій i -ій номенклатурі (J_i^{BAH}).

Використовуючи інструментарій теорії множин, відобразимо за допомогою символів (3.9) співвідношення логічного підпорядкування і перетину пасажирів, що переміщуються на поромах.

$$\begin{cases} J = J^{BAH} \cup J^{\overline{BAH}}, \\ J^{BAH} = J^{TIR} \cup J^{ABTO} \cup J_i^{BAH}, \end{cases} \quad (3.9)$$

$$(i \in \overline{1; I}).$$

Очевидно, що вартість перевезення пасажирів залежить від типу каюти і категорії розміщення в ній, однак на цей показник впливає також приналежність пасажирів до пільгової категорії (діти, працівники дипломатичних служб, співробітники СК тощо).

9. У межах однієї номенклатури, базою для розрахунку фрахту за перевезення можуть служити вантажна одиниця, метр її довжини або обсяг. Так, наприклад, в СК «Укрферрі» тариф за одиницю вантажу встановлюється на перевезення вагонів, а також легкових автомобілів, контейнерів та вантажних автомобілів довжиною від 12 м. Для «TIR» довжиною до 12 м тариф встановлюється за метр довжини автомобіля.

10. До вартості перевезення окремих категорій вантажів можуть бути застосовані різні, узгоджені заздалегідь, знижки та надбавки.

Наприклад, на перевезення мінеральної води «Боржомі» на поромах СК «Укрферрі» встановлені знижки, розмір яких залежить від сухопутного напрямку руху вагонів. До вартості перевезення небезпечного вантажу, в свою чергу, застосовується надбавочний коефіцієнт «2».

11. Крім фрахту, доходом компанії від перевезення вантажів є додаткові плати, що застосовуються до окремих номенклатур вантажу.

В СК «Укрферрі» стягуються додаткові плати BAF і GRI за перевезення вагонів і контейнерів.

З огляду на вищенаведені особливості експлуатації вантажопасажирських поромів, задачу з оптимізації завантаження порома можна сформулювати наступним чином.

На лінії між P портами ($p \in P = \overline{1;2}$) закріплено вантажопасажирський пором, який має такі характеристики:

– розрахункова величина вантажопід'ємності, параметри якої відповідають умовам роботи порома – $D_{\text{ч}}$, т;

– допустиме навантаження на палубу n – D_n ($n \in N$), т;

– допустиме навантаження для номенклатури вантажу i на шляху b палуби n – D_{nbi} ($n \in N; b \in B_n; i \in I^{3AL}$), т;

– загальна довжина шляхів всього порома – L , м;

– довжина всіх шляхів на палубі n – L_n ($n \in N$), м;

– довжина шляху b на палубі n – L_{nb} ($n \in N; b \in B_n$), м;

– корисна площа судна – S , м²;

– площа палуби n – S_n ($n \in N$), м²;

– площа шляху b палуби n – S_{nb} ($n \in N; b \in B_n$), м²;

– пасажиромісткість – $N^{ПАС}$, ос.;

– кількість місць в каютах за m категоріями розміщення – N_m ($m \in M$), місць.

Відповідно до заявок вантажовідправників на поромі планується перевезення G партій вантажу ($g \in G$). У свою чергу, кожна вантажна партія g складається з I номенклатур ($i \in I$) вантажу в кількості K одиниць ($k \in K_i$). Крім того, до перевезення заявлено H груп пасажирів (пасажирів, які бажають переміщатися разом) ($h \in H$). У той же час кожна група складається з J пасажирів ($j \in J_h$), які бажають розселитися за M категоріями розміщення в каютах ($m \in M$).

Потрібно оптимізувати завантаження вантажопасажирського порома.

Як уже зазначалося, пороми працюють в режимі лінійного судноплавства. Компанії, що надають лінійні сервіси, виступають в якості громадських перевізників. Це зобов'язує їх приймати до перевезення вантажі в залежності від черговості надходження заявок від вантажовласників. У зв'язку з цим, вибір вантажу з позиції вигідності його перевезення для лінійної СК як громадського перевізника, є формально некоректним критерієм. Незважаючи на це, механізми залучення високотарифікованих вантажів в практиці регулярного судноплавства все ж таки працюють, а їх реалізація забезпечується на рівні лінійних агентів і відбивається на розмірі їхньої винагороди.

У зв'язку з цим в якості критерія оптимальності для даного рівня планування роботи порома обрано очікуваний дохід за рейс F (3.10), що дорівнює сумі доходів від перевезення вантажів $F^{ван}$ (3.11) і пасажирів $F^{пас}$ (3.14).

$$Z = F = F^{ван} + F^{пас} \rightarrow \max, \quad (3.10)$$

$$\begin{aligned} F^{ван} = & \sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i^I} (\tau_{gik}^I + R_i^{\partial o \partial . n l}) \cdot x_{nbgik} + \\ & + \sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i^{II}} (\tau_{gik}^{II} \cdot l_{ik} + R_i^{\partial o \partial . n l}) \cdot x_{nbgik} + \\ & + \sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i^{III}} (\tau_{gik}^{III} \cdot v_{ik} + R_i^{\partial o \partial . n l}) \cdot x_{nbgik}, \end{aligned} \quad (3.11)$$

де x_{nbgik} – параметр управління, який набуває таких значень:

$$x_{nbgik} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } k\text{-а одиниця вантажу } i\text{-ої номенклатури } g\text{-ої партії вантажу} \\ & \text{розміщується на } b\text{-ому шляху } n\text{-ої палуби;} \\ 0 & \text{– в протилежному випадку.} \end{cases}$$

$\tau_{gik}^I, \tau_{gik}^{II}, \tau_{gik}^{III}$ – тарифна ставка за перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії, яку встановлено відповідно за вантажну одиницю (ВО),

одиницю довжини ВО, одиницю об'єму ВО. Тарифні ставки, що котируються агентом лінії для клієнтів, можуть враховувати відповідні знижки і надбавки (3.12):

$$\begin{cases} \tau_{gik}^I = \tau_i^I \cdot k_{gik}^{3H} \cdot Z_{gik}^{3H} + \tau_i^I \cdot k_{gik}^{надб} \cdot Z_{gik}^{надб}, \\ \tau_{gik}^{II} = \tau_i^{II} \cdot l_{gik} \cdot k_{gik}^{3H} \cdot Z_{gik}^{3H} + \tau_i^{II} \cdot l_{gik} \cdot k_{gik}^{надб} \cdot Z_{gik}^{надб}, \\ \tau_{gik}^{III} = \tau_i^{III} \cdot v_{gik} \cdot k_{gik}^{3H} \cdot Z_{gik}^{3H} + \tau_i^{III} \cdot v_{gik} \cdot k_{gik}^{надб} \cdot Z_{gik}^{надб}, \end{cases} \quad (3.12)$$

де τ_i^I – базова тарифна ставка за перевезення вантажної одиниці i -ої номенклатури;

k_{gik}^{3H} – коефіцієнт знижки на тариф за перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії;

$k_{gik}^{надб}$ – коефіцієнт надбавки на тариф за перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії (в СК «Укрферрі» коефіцієнт «2» застосовується до тарифу за перевезення лікєро-горілочаних виробів, коефіцієнт «3» – до тарифу за перевезення небезпечних вантажів і тварин);

Z_{gik}^{3H} – параметр, який набуває значення 1, якщо передбачається знижка на тариф на перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії; 0 – в протилежному випадку;

$Z_{gik}^{надб}$ – параметр, який набуває значення 1, якщо передбачається надбавка на тариф на перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії; 0 – в протилежному випадку;

l_{gik} – довжина k -ої вантажної одиниці i -ої номенклатури g -ої партії, яка може приймати значення $l_{gik}^1 \cdot Z_{l_{gik}}^1$, $l_{gik}^2 \cdot Z_{l_{gik}}^2$ або $l_{gik}^3 \cdot Z_{l_{gik}}^3$, для яких:

$Z_{l_{gik}}^1$ – параметр, який набуває значення 1, якщо ставка за перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії встановлюється за фактичні метри довжини ВО; 0 – в протилежному випадку;

$Z_{l_{gik}}^2$ – параметр, який набуває значення 1, якщо ставка за перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії встановлюється за лінійний метр довжини ВО; 0 – в протилежному випадку. Під «лінійним метром довжини» розуміється довжина k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії, яку округлено до 0,5 м в більшу сторону;

$Z_{l_{gik}}^3$ – параметр, який приймає значення 1, якщо ставка за перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії встановлюється за розпочатий метр довжини ВО; 0 – в протилежному випадку. Під «розпочатим метром довжини» розуміється довжина k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії, яку округлено до 1 м в меншу сторону;

v_{gik} – об'єм k -ої вантажної одиниці i -ої номенклатури g -ої партії, який може приймати значення $v_{gik}^1 \cdot Z_{l_{gik}}^1$ або $v_{gik}^2 \cdot Z_{l_{gik}}^2$, для яких:

$Z_{v_{gik}}^1$ – параметр, який приймає значення 1, якщо ставка за перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії встановлюється за фактичний об'єм ВО; 0 – в протилежному випадку;

$Z_{v_{gik}}^2$ – параметр, який приймає значення 1, якщо ставка за перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії встановлюється за умовний об'єм ВО; 0 – в іншому випадку. Під «умовним об'ємом» в практиці тарифікації вантажних перевезень суднами-поромами розуміється об'єм k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії, округлений до 0,5 м³ в більшу сторону;

K_i^I – множина одиниць вантажів i -ої номенклатури, ціна за перевезення якої встановлюється за вантажну одиницю;

K_i^{II} – множина одиниць вантажів i -ої номенклатури, ціна за перевезення якої встановлюється за довжину вантажної одиниці;

K_i^{III} – множина одиниць вантажів i -ої номенклатури, ціна за перевезення якої встановлюється за обсяг вантажної одиниці відповідно.

З урахуванням вищесказаного, (3.11) можна уточнити в такий спосіб (3.13):

$$\begin{aligned}
 F^{ван} = & \sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i^I} ((\tau_i^I \cdot k_{gik}^{3H} \cdot Z_{gik}^{3H} + \tau_i^I \cdot k_{gik}^{надб} \cdot Z_{gik}^{надб}) + R_i^{\partial од.пл}) \cdot x_{nbmik} + \\
 & + \sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i^{II}} ((\tau_i^{II} \cdot l_{gik} \cdot k_{gik}^{3H} \cdot Z_{gik}^{3H} + \tau_i^{II} \cdot l_{gik} \cdot k_{gik}^{надб} \cdot Z_{gik}^{надб}) + R_i^{\partial од.пл}) \cdot x_{nbmik} +, (3.13) \\
 & + \sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i^{III}} ((\tau_i^{III} \cdot v_{gik} \cdot k_{gik}^{3H} \cdot Z_{gik}^{3H} + \tau_i^{III} \cdot v_{gik} \cdot k_{gik}^{надб} \cdot Z_{gik}^{надб}) + R_i^{\partial од.пл}) \cdot x_{nbmik} \\
 & (n \in N; b \in B_n; g \in G; i \in I_g; k \in K_i (K_i = K_i^I \cup K_i^{II} \cup K_i^{III})),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F^{nac} = & \sum_{m \in M} \sum_{h \in H} \sum_{j \in J_h} \tau_{mhj} \cdot x_{mhj} \\
 & (m \in M; h \in H; j \in J_h),
 \end{aligned} \tag{3.14}$$

де x_{mhj} – параметр управління, який набуває таких значень:

$$x_{mhj} \begin{cases} 1, \text{ якщо } j\text{-ий пасажир } h\text{-ої групи пасажирів розміщується в каюті за} \\ m\text{-ою категорією;} \\ 0 \text{ – в протилежному випадку.} \end{cases}$$

τ_{mhj} – вартість пасажирського квитка, причому (3.15):

$$\tau_{mhj} = \tau_m \cdot k_{mhj}^{3H} \cdot Z_{mhj}^{3H} + \tau_m \cdot k_{mhj}^{надб} \cdot Z_{mhj}^{надб}, \tag{3.15}$$

де τ_m – базова тарифна ставка за розміщення пасажирів за m -ою категорією;

k_{mhj}^{3H} – коефіцієнт знижки з тарифу на розміщення пільгового пасажирів (дитина, робітник дипломатичної служби тощо);

$k_{mhj}^{надб}$ – коефіцієнт надбавки на тариф за одномісне розміщення (без підселення);

Z_{mhj}^{3H} – параметр, який приймає значення 1, якщо передбачається знижка на тариф на перевезення j -ого пасажирів h -ої групи пасажирів, заселеного в каюту m -ої категорії; 0 – в протилежному випадку;

$Z_{mhj}^{nad\delta}$ – параметр, який приймає значення 1, якщо передбачається надбавка на тариф на перевезення j -ого пасажирів h -ої групи пасажирів, заселеного в каюту за m -ою категорією розміщення; 0 – в протилежному випадку.

З урахуванням вищесказаного, (3.15) можна уточнити в такий спосіб (3.16):

$$F^{nac} = \sum_{m \in M} \sum_{h \in H} \sum_{j \in J_h} (\tau_m \cdot k_{mhj}^{3H} \cdot Z_{mhj}^{3H} + \tau_m \cdot k_{mhj}^{nad\delta} \cdot Z_{mhj}^{nad\delta}) \cdot x_{mhj}. \quad (3.16)$$

Виходячи з поставленої задачі, з урахуванням (3.10), (3.13) і (3.16) цільову функцію (Z), яка відображає відповідний критерій оптимальності, може бути представлено наступним чином (3.17):

$$\begin{aligned} F = Z = & \sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i^I} ((\tau_i^I \cdot k_{gik}^{3H} \cdot Z_{gik}^{3H} + \tau_i^I \cdot k_{gik}^{nad\delta} \cdot Z_{gik}^{nad\delta}) + R_i^{\partial o d, n l}) \cdot x_{nbgik} \cdot Z_{nbgik} + \\ & + \sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i^{II}} ((\tau_i^{II} \cdot l_{gik} \cdot k_{gik}^{3H} \cdot Z_{gik}^{3H} + \tau_i^{II} \cdot l_{gik} \cdot k_{gik}^{nad\delta} \cdot Z_{gik}^{nad\delta}) + R_i^{\partial o d, n l}) \cdot x_{nbgik} \cdot Z_{nbgik} + \\ & + \sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i^{III}} ((\tau_i^{III} \cdot v_{ik} \cdot k_{gik}^{3H} \cdot Z_{gik}^{3H} + \tau_i^{III} \cdot v_{ik} \cdot k_{gik}^{nad\delta} \cdot Z_{gik}^{nad\delta}) + R_i^{\partial o d, n l}) \cdot x_{nbgik} \cdot Z_{nbgik} + \\ & + \sum_{m \in M} \sum_{h \in H} \sum_{j \in J_h} (\tau_m \cdot k_{mhj}^{3H} \cdot Z_{mhj}^{3H} + \tau_m \cdot k_{mhj}^{nad\delta} \cdot Z_{mhj}^{nad\delta}) \cdot x_{mhj} \cdot Z_{mhj} \rightarrow \max \end{aligned} \quad (3.17)$$

$$(n \in N; b \in B_n; g \in G; i \in I_g; k \in K(K_i = K_i^I \cup K_i^{II} \cup K_i^{III}); m \in M; h \in H; j \in J_h),$$

де Z_{nbgik} – параметр, що відображає можливість розміщення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії на шляху b палуби n :

$$Z_{nbgik} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } k\text{-а одиниця вантажу } i\text{-ої номенклатури } g\text{-ої партії може} \\ \text{бути розміщена на шляху } b \text{ палуби } n; \\ 0, \text{ в протилежному випадку.} \end{cases}$$

Параметр Z_{nbgik} залежить від можливості доставки вантажів до палуби n , що лімітується розмірами та вантажомісткістю ліфта.

Z_{mhj} – параметр, що відображає можливість розміщення j -ого пасажирів h -ої групи за m -ою категорією:

$$Z_{mhj} = \begin{cases} 1, j\text{-ий пасажир } h\text{-ої групи може бути розміщений в каюті за } m\text{-ою} \\ \text{категорією;} \\ 0, \text{ в протилежному випадку.} \end{cases}$$

Параметр Z_{mhj} залежить від категорії розміщення, заявленої пасажиром при купівлі/броні квитка, а також від можливості розміщення водіїв «TIR» за m -ою категорією.

Оптимізація завантаження порома спрямована, перш за все, на освоєння планових вантажопотоків при раціональному використанні виробничих можливостей судна. При вирішенні завдання формування оптимального завантаження транспортного засобу всі вимоги повинно бути враховано у відповідній моделі шляхом формування системи обмежень, що відображають певні умови.

Крім максимізації доходу, оптимальне завантаження порома спрямовано на забезпечення такої кількості вантажів, що не перевищує його чистої вантажопід'ємності, розрахованої відповідно до умов експлуатації на заданому напрямку. Дана умова відображається в обмеженні (3.18).

$$\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot q_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq D_q, \quad (3.18)$$

де q_{gik} – вага k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії, т;

При розміщенні вантажів на судні необхідно дотримуватися гранично допустимого навантаження:

- на кожну палубу (3.19);
- на одну вісь на одному шляху для рухомого складу (3.20);
- на один шлях для інших вантажів (3.21).

$$\sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot q_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq D_n \quad (3.19)$$

$$(n \in N),$$

$$\sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot q'_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq D_{nbg} \quad (3.20)$$

$$(n \in N; b \in B_n; g \in G; i \in I_g (I = I^{3A/I})),$$

де q'_{gik} – навантаження на вісь k -ої одиниці вантажу рухомого складу g -ої партії.

$$\sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot q_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq D_{nb} \quad (3.21)$$

$$(i \in I_g (I = I^{TIR} \cup I^{ABTO} \cup I^{KOHT} \cup I^{HAK}); n \in N; b \in B_n).$$

Лімітуючими факторами при завантаженні порома є:

- загальна довжина шляхів (3.22);
- загальна довжина кожної палуби (3.23);
- довжина кожного шляху (3.24).

$$\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot l'_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq L, \quad (3.22)$$

$$\sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot l'_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq L_n \quad (3.23)$$

$$(n \in N),$$

$$\sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot l'_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq L_{nb} \quad (3.24)$$

$$(i \in I_g (I = I^{BA\Gamma} \cup I^{TIR} \cup I^{KOHT} \cup I_a^{JI/A} \cup I^{HAK})); n \in N; b \in B_n),$$

де l'_{gik} – довжина k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії з урахуванням технологічних зазорів.

Разом з тим, площа всіх вантажних одиниць з урахуванням технологічних зазорів не повинна перевищувати:

– загальну корисну площу судна (3.25):

$$\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot s'_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq S; \quad (3.25)$$

– площу кожної палуби (3.26):

$$\sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot s'_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq S_n \quad (3.26)$$

$$(n \in N);$$

– площу кожного шляху (3.27):

$$\sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot s'_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq S_{nb} \quad (3.27)$$

$$(n \in N; b \in B_n),$$

де s'_{gik} – площа k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії з урахуванням технологічних зазорів.

Крім того, при завантаженні порома необхідно врахувати максимально можливе завантаження в еквіваленті (ЕК) вантажної одиниці i -ої номенклатури одного типорозміру (3.28):

$$\frac{\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot l'_{gik} \cdot Z_{nbgik}}{l_i^{EK}} \leq EK, \quad (3.28)$$

де l_i^{EK} – довжина вантажної одиниці i -ої номенклатури одного типорозміру, що приймається за розрахункову. У практиці СК «Укрферрі» в якості такої одиниці традиційно, згідно історично сформованій практиці, використовують стандартний критий вагон довжиною 14,7 м, оскільки при проектуванні суден, що знаходяться в оперуванні компанії, передбачалося перевезення в основному саме таких вагонів.

Умова (3.29) обмежує використання виділеної квоти для перевезення вантажних одиниць i -ої номенклатури ($i \in I^{BAG} \cup I^{TIR}$), яка забезпечує основний попит на вантажні перевезення поромами, з урахуванням пріоритетності вантажопотоку на лінії і технічних можливостей судна. Квота надається в одиницях i -ої номенклатури одного типорозміру.

$$\frac{\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot l'_{gik} \cdot Z_{nbgik} \cdot E_i}{l_i^{KB}} \leq KB_i \quad (3.29)$$

$$(i \in I_g (I = I^{BAG} \cup I^{TIR})),$$

де E_i ($i \in I^{BAG}$) набуває наступних значень:

$$E_i = \begin{cases} 1, & \text{вантажопотік одиниць номенклатури } i \ (i \in I^{TIR}), \text{ якого достатньо, для} \\ & \text{забезпечення виділеної на неї квоти;} \\ 0, & \text{в протилежному випадку.} \end{cases}$$

$E_i \ (i \in I^{TIR})$ набуває наступних значень:

$$E_i = \begin{cases} 1, & \text{вантажопотік одиниць номенклатури } i \ (i \in I^{BAG}), \text{ якого достатньо, для} \\ & \text{забезпечення виділеної на неї квоти;} \\ 0, & \text{в протилежному випадку.} \end{cases}$$

де l_i^{KB} – довжина вантажної одиниці i -ої номенклатури одного типорозміру, в кількості якого надається квота. Для вагонів в якості такої одиниці може використовуватися, наприклад, стандартний критий вагон довжиною 14,7 м, який є еквівалентом (ЕК) для розрахунку завантаження в СК «Укрферрі». Для «TIR» такою одиницею може служити стандартний вантажний автомобіль довжиною 17 м;

KB_i – розмір квоти, яка встановлена для i -ої номенклатури вантажу.

Як показав аналіз вантажних планів «ро-пакс» порома «GREIFSWALD», для забезпечення остійності судна необхідно розташувати мінімальну кількість вантажів в розмірі 35% від вантажопід'ємності судна – на верхніх палубах і максимальну, в розмірі 65% від вантажопід'ємності судна, – на нижніх. Таким чином, за рахунок введення в модель обмежень (3.30), (3.31) забезпечується належна остійність судна.

$$\sum_{n \in N^{\bullet}} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot q_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq 0,35 \cdot D_q, \quad (3.30)$$

$$\sum_{n \in N^{\circ}} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot q_{gik} \cdot Z_{nbgik} \leq 0,65 \cdot D_q, \quad (3.31)$$

де $n \in N \ (N = N^{\bullet} \cup N^{\circ})$ – об'єднання множин палуб, які розташовані вище ($n \in N^{\bullet}$) і нижче ($n \in N^{\circ}$) головної палуби.

Умова (3.32) лімітує завантаження судна за кількістю вантажів кожної номенклатури, заявленої до перевезення:

$$\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot Z_{nbgik} \leq N_i \quad (3.32)$$

$$(i \in I_g),$$

де N_i – кількість вантажів i -ої номенклатури, заявленої до перевезення, $N_i = \{1, 2, \dots, I\}$.

Причому, в ситуації ринку споживача, коли пропозиція морського транспортування перевищує попит на неї, обмеження (3.32) перетворюється в рівняння з метою забезпечення освоєння всього вантажопотоку.

Крім того, в разі висунутої умови вантажовласника щодо нерозривності вантажної партії за окремими номенклатурами, цілісність вантажної партії враховується обмеженням (3.33):

$$\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot Z_{nbgik} = N_{gi} \quad (3.33)$$

$$(g \in G; i \in I_g),$$

де N_{gi} набуває значення 0 або D_{gi} ($N_{gi} = \{0; D_{gi}\}$), де D_{gi} – кількість вантажів i -ої номенклатури, що належать g -ій партії вантажів. Причому $N_{gi} = D_{gi}$ означає, що i -а номенклатура g -ої партії приймається до перевезення в повному обсязі в планованому рейсі. Разом з тим, $N_{gi} = 0$ означає, що виконання зобов'язань за заявкою на перевезення i -ої номенклатури g -ої партії за погодженням з вантажовласником відкладається на наступний судовихід.

Разом з тим, для вирішення задачі оптимізації сучасними засобами стандартного або спеціального програмного забезпечення необхідно ввести

обмеження (3.34), яке дозволяє в результаті вирішення задачі уникнути одночасного розташування k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії на кількох шляхах та/або палубах.

$$\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} x_{nbgik} \cdot Z_{nbgik} = N_{gik} \quad (3.34)$$

$$(g \in G; i \in I_g; k \in K_i),$$

де N_{gik} набуває значення 0 або 1 ($N_{gik} = \{0;1\}$). Причому $N_{gik} = 1$ означає, що k -а одиниця вантажу i -ої номенклатури g -ої партії приймається до перевезення в рейсі, який розглядається. Разом з тим, $N_{gik} = 0$ означає, що виконання зобов'язань за заявкою на перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії за погодженням з вантажовласником відкладається на наступний судновихід. Важливо відзначити, що в разі, коли в процесі планування завантаження порома в розглянутому рейсі шляхом реалізації даної моделі $N_{gik} = 0$, то кращою є умова $N_{gik} = 1$ при вирішенні задачі для наступного судновихіда. В іншому випадку перевізник ризикує втратити клієнта в зв'язку з тривалим очікуванням перевезення останнім.

У свою чергу, розміщення пасажирів на судні обмежується загальною пасажиромісткістю порома (3.35), а також пасажиромісткістю за кожною категорією розміщення в каютах (3.36).

$$\sum_{m \in M} \sum_{h \in H} \sum_{j \in J_h} x_{mhj} \cdot Z_{mhj} \leq N^{ПАС}, \quad (3.35)$$

$$\sum_{h \in H} \sum_{j \in J_h} x_{mhj} \cdot Z_{mhj} \leq N_m \quad (3.36)$$

$$(m \in M).$$

Умова (3.37) лімітує розміщення пасажирів за кількістю пасажирів, які забронювали/купили квитки:

$$\sum_{m \in M} \sum_{h \in H} \sum_{j \in J_h} x_{mhj} \cdot Z_{mhj} \leq N_{nac}, \quad (3.37)$$

де N_{nac} – кількість пасажирів, які забронювали/купили квитки.

Причому, в ситуації ринку споживача, коли пропозиція морського транспортування перевищує попит на неї, обмеження (3.37) перетворюється в рівняння з метою забезпечення освоєння всього вантажопотоку.

Крім того, в разі висунутого бажання пасажирів переміщатися разом (в одному рейсі), цілісність групи пасажирів враховується обмеженням (3.38):

$$\sum_{m \in M} \sum_{j \in J_h} x_{mhj} \cdot Z_{mhj} \leq N_h \quad (3.38)$$

$$(h \in H),$$

де N_h набуває значення 0 або D_h ($N_h = \{0; D_h\}$), при D_h – кількість пасажирів, що належать h -ій групі. Причому $N_h = D_h$ означає, що h -а група пасажирів приймається до перевезення в повному складі в планованому рейсі. Разом з тим $N_h = 0$ означає, що виконання зобов'язань за заявкою на перевезення h -ої групи пасажирів відкладається на наступний судновихід.

Так само, як і в випадку з вантажем, для адекватного машинного рішення задачі необхідно ввести обмеження (3.39), яке дозволяє уникнути одночасного розташування одного і того ж пасажирів в декількох каютах або місцях однієї каюти.

$$\sum_{m \in M} x_{mhj} \cdot Z_{mhj} = N_{hj} \quad (3.39)$$

$$(h \in H ; j \in J_h),$$

де N_{hj} набуває значення 0 або 1 ($N_{hj} = \{0;1\}$). Причому $N_{hj} = 1$ означає, що j -ий пасажир h -ої групи приймається до перевезення в даному рейсі. Разом з тим $N_{hj} = 0$ означає, що виконання зобов'язань за заявкою на перевезення j -ого пасажирів h -ої групи за погодженням з ним відкладається на наступний судновихід.

Очевидно, що пасажирів, які супроводжують вантажну одиницю, бажають переміщатися разом з нею в одному рейсі, наприклад, сім'я з легковим автомобілем. Крім того, в більшості випадків переміщення супроводжуючих з вантажною одиницею є необхідністю, наприклад, водії великовантажних автомобілів. Тобто, якщо вантаж прийнято до перевезення в даному рейсі, то і прийняття до перевезення пасажирів, які супроводжують даний вантаж, в даному рейсі є обов'язковою умовою транспортування (якщо цьому не суперечать інші фактори, наприклад, відсутність необхідних документів).

Таким чином, вираз (3.40) запобігає переміщенню пасажирів без супроводжуваного ними вантажу, а також запобігає транспортуванню вантажу, без супроводжуючих його пасажирів (якщо такі є).

$$\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{i \in I_k \in K_i} x_{nbgik} \cdot n_{gik} \cdot Z_{nbgik} \cdot Z_{gik} = \sum_{m \in M} \sum_{h \in H} \sum_{j \in J_h} x_{mhj} \cdot Z_{mhj} \cdot Z_{gmhj} \quad (3.40)$$

$$(g \in G),$$

де n_{gik} – кількість пасажирів, які супроводжують k -у одиницю вантажу i -ої номенклатури g -ої вантажної партії;

Z_{gik} – параметр, що відображає переміщення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої вантажної партії з супроводжуючими (пасажирів):

$$Z_{gik} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } k\text{-а одиниця вантажу } i\text{-ої номенклатури } g\text{-ої партії переміщується із} \\ \text{супроводженням;} \\ 0, \text{ в протилежному випадку.} \end{cases}$$

Z_{gmhj} – параметр, що відображає супровід j -им пасажиром, який належить h -ій групі і розміщується за m -ою категорією g -ої вантажної партії:

$$Z_{gmhj} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j\text{-ий пасажир, який належить } h\text{-ій групі та розміщується за } m\text{-ою} \\ & \text{категорією супроводжує } g\text{-у вантажну партію;} \\ 0, & \text{в протилежному випадку.} \end{cases}$$

Однією з важливих умов роботи суден на лінії є дотримання завчасно складеного, заздалегідь оголошеного розкладу, який час від часу уточняється. У зв'язку з цим час вантажних робіт в кожному порту лінії не повинен перевищувати період, який передбачено лінійним розкладом з урахуванням встановленого резерву часу стоянки (3.41).

$$\max \left\{ 2 \cdot \left(\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{g \in G} \sum_{i \in I_g} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot t_{ni} \cdot Z_{nbgik} \right); 2 \cdot \left(\sum_{m \in M} \sum_{h \in H} \sum_{j \in J_h} x_{mhj} \cdot t^{nac} \cdot Z_{mhj} \right) \right\} \leq T^{cm} \cdot K^{cm}, \quad (3.41)$$

де t_{ni} – час накатування/викатування вантажної одиниці i -ої номенклатури з палуби n ;

t^{nac} – час посадки/висадки одного пасажир на/з судна;

T^{cm} – час стоянки судна в порту згідно розкладу;

K^{cm} – резерв стояночного часу рейса.

Вирази (3.42), (3.43) відображають можливі значення параметрів управління:

$$x_{nbgik} = \{0;1\} \quad (3.42)$$

$$(n \in N; b \in B_n; g \in G; i \in I_g; k \in K_i),$$

$$x_{mhj} = \{0;1\} \quad (3.43)$$

$$(m \in M; h \in H; j \in J_h).$$

Крім того, з огляду на поступове надходження заявок на перевезення, для оперативності прийняття рішень формування плану завантаження судна за допомогою вищеописаної моделі слід проводити на кожному t -му етапі надходження нової заявки на перевезення k -ої одиниці вантажу i -ої номенклатури g -ої партії вантажу.

Разом з тим, важливо звернути увагу на обмеження з нерозривності вантажних партій (3.33), (3.34) і нерозривності груп пасажирів, які прямують разом (3.38), (3.39), де права частина обмежень може приймати одне з двох значень. Для забезпечення дотримання цих обмежень (3.33), (3.34), (3.38), (3.39) при реалізації рішення задачі оптимізації завантаження за допомогою електронних таблиць MS Excel необхідно ввести додаткові обмеження використовуючи математичний апарат. Для обмеження (3.33), наприклад, можна провести наступний ланцюжок міркувань і висновків.

ОПР повинна прийняти рішення щодо перевезення або 0 (3.44) або D_{gi} (3.45) одиниць i -ої номенклатури вантажу g -ої партії, але не обидва варіанти одночасно.

$$\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot Z_{nbgik} = 0, \quad (3.44)$$

$$\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot Z_{nbgik} = D_{gi}. \quad (3.45)$$

Ці обмеження (3.44 і 3.45) не можуть входити в модель оптимізації одночасно, оскільки в іншому випадку це буде означати, що в процесі формування завантаження судна повинні виконуватися обидва обмеження (3.44) і (3.45) в один час, а не одне з них. В даному випадку в модель необхідно ввести дві нові бінарні змінні, наприклад, y_{gi1} та y_{gi2} . Бінарні змінні y_{gi1} та y_{gi2} визначаються наступним чином:

– якщо $y_{gi1} = 1$, це означає, що g -а вантажна партія, яка складається з вантажу i -ої номенклатури, вся цілком перевозиться, і при цьому якщо $y_{gi1} = 0$, то вся g -а партія не перевозиться;

– якщо, $y_{gi2} = 1$ це означає, що g -а вантажна партія, яка складається з вантажу i -ої номенклатури, вся цілком не перевозиться, і при цьому якщо $y_{gi2} = 0$, то вся партія перевозиться.

Після цього необхідно уточнити обмеження моделі (3.33) наступним чином (3.46), (3.47):

$$y_{gi1} + y_{gi2} = 1, \quad (3.46)$$

$$\sum_{n \in N} \sum_{b \in B_n} \sum_{k \in K_i} x_{nbgik} \cdot Z_{nbgik} = D_{gi} \cdot y_{gi1} \cdot \quad (3.47)$$

Так, обмеження (3.46) сприяє тому, що «Пошук рішення» в MS Excel вибере тільки один варіант – приймати до перевезення вантажну партію в повному обсязі i -ої номенклатури вантажу або не брати i -у номенклатуру g -ої вантажної партії до перевезення.

Крім того, щоб представлена модель працювала правильно, необхідно дотримуватися умові цілочисельності і невід'ємності змінних, вирази (3.48) і (3.49) відображають можливі значення параметрів управління y_{gi1} та y_{gi2} відповідно:

$$y_{gi1} = \{0;1\}, \quad (3.48)$$

$$y_{gi2} = \{0;1\}, \quad (3.49)$$

Аналогічні уточнення можна провести для обмежень (3.34), (3.38), (3.39) представленої вище моделі завантаження вантажопасажирського порома.

Таким чином, можливість композитного завантаження судна різними за номенклатурою вантажами і пасажирями призводить до ряду відмінностей порома

від інших суден, оптимізацію завантаження яких представлено в роботах [109-122]. У зв'язку з цим, запропонована математична модель (3.10)-(3.43), містить обмеження не тільки з розміщення вантажу, а й обмеження щодо розселення пасажирів в каютах, з огляду на кількість пасажирів і класи кают, в яких пасажирів бажають розміститися. Крім того, в моделі враховано умову з переміщення вантажу із супроводом в одному рейсі. Ще однією особливістю поромів є широке розмаїття перевезених вантажів, в результаті чого окремі одиниці вантажів (навіть в межах однієї номенклатури) відрізняються між собою лінійними і масовими характеристиками. У зв'язку з цим, в моделі використовуються булеві змінні, в якості яких виступають окремі одиниці вантажів і кожен окремий пасажир. Значення параметра «1» означає, що одиниця вантажу або пасажир переміщуються в поточному рейсі, «0» – в протилежному випадку. Разом з цим модель враховує перевезення вантажу в такому специфічному засобі укрупнення вантажів, як вагон. Так, модель містить обмеження з довжини зал. колії і навантаження на вісь. Крім того, в моделі присутнє обмеження з нерозривності партії вантажу, відповідно до якого вантаж відправляється в поточному рейсі або в повному розмірі партії, або його перевезення відкладається на наступний рейс. Таким чином, в процесі розробки математичної моделі враховано специфічні особливості вантажопасажирських поромів, що, в свою чергу, дозволяє адекватно застосовувати модель в сфері організації та управління поромними перевезеннями. Однак важливо відзначити, що розроблена модель більшою мірою спрямована на прийняття рішень при організації перевезень вітчизняним поромним оператором – СК «Укрферрі». У зв'язку з цим, для використання її іншими операторами, модель може бути модифіковано, деякі обмеження можуть бути скасовані, так само, як і можуть бути додані нові. Наприклад, багато вантажопасажирських поромів не перевозять залізничні вагони, в зв'язку з чим обмеження з довжини шляхів на палубах і навантаження на вісь необхідно виключити з моделі. Деякі пороми широко

використовують практику навантаження контейнерів вертикальним способом, в зв'язку з чим в модель необхідно включити додаткові обмеження.

Отримані результати впроваджено у виробничу діяльність СК «Укрферрі», що сприяло підвищенню якості прийнятих рішень, пов'язаних з плануванням завантаження порома «GREIFSWALD» на етапі, що передує розробці вантажного плану, а також дозволило підвищити рентабельність перевезень вантажів і пасажирів на 2,46% (див. Додаток Д).

Результати експериментального дослідження стосовно оптимізації завантаження порому наведено у додатках (Додатки Х, Ц).

3.2 Обґрунтування системи критичних і комерційно доцільних показників роботи вантажопасажирського порома

Як вже зазначалося (див. п. 1.1) функціонування СК, що оперують поромами, так само, як і діяльність інших перевізників, сьогодні здійснюється в умовах ринку споживача (власника вантажу та/або пасажирів), при якому пропозиція транспортних послуг перевищує попит на них. У такій ситуації для компаній, що працюють в сфері поромних перевезень, є актуальним розробка відповідного, адаптованого до особливостей ринку, методичного забезпечення процесів прийняття рішень щодо організації поромних перевезень і управління суднами-поромами. Одним із потужних інструментів вирішення багатьох управлінських завдань, пов'язаних з виробничою діяльністю СК в умовах ринку споживача, є аналіз беззбитковості. Він допомагає судновласнику, який прагне за будь-яких обставин отримати прибуток, не випускати з уваги і рівноважні величини показників роботи окремих суден і флоту в цілому. Крім того, як вже зазначалося (див. п. 3.1), показники беззбиткової роботи судна (критичні показники його завантаження) є нижньою межею області сталої рівноваги такого параметра внутрішнього середовища СК як «завантаження судна».

Варто нагадати, що основне виробництво СК, що експлуатує вантажопасажирські пороми, є багатомножинним, оскільки в якості об'єктів перевезення виступають вантажі і пасажери (див. п. 2.1). Це обумовлює необхідність врахування параметрів вантажопотоків і пасажиропотоків при обґрунтуванні рішень, пов'язаних з організацією поромних перевезень і управлінням роботою поромів. Важливе значення в умовах ринку споживача, як зазначалося вище, набуває аналіз беззбитковості. При його реалізації статичні показники критичного завантаження порома вантажами (N_i^{kp}) і пасажирями (N_{nac}^{kp}) легко визначаються (3.50), (3.51) на підставі положень, сформульованих в роботах [122, 123]:

$$N_i^{kp} = \frac{R_{nocm}}{f_i - r_i}, \quad (3.50)$$

$$N_{nac}^{kp} = \frac{R_{nocm}}{f_{nac} - r_{nac}}, \quad (3.51)$$

де R_{nocm} – постійні витрати, що відносяться на судно в даному рейсі. Вони включають прямі постійні (амортизаційні відрахування, агентську винагороду, витрати на погашення кредиту, утримання екіпажу, страхування, ремонт, постачання, портові, каналні, причальні, лоцманські, буксирні та ін. збори) та непрямі постійні (адміністративно-управлінські і загально експлуатаційні) витрати; f_i , f_{nac} – ставка за перевезення вантажів i -ої номенклатури і, відповідно, ціна пасажирського квитка;

r_i , r_{nac} – питомі змінні витрати на перевезення вантажів i -ої номенклатури і, відповідно, на обслуговування одного пасажера. До їхнього складу входять витрати на стивідорне та термінальне обслуговування вантажу, брокерську комісію, харчування пасажирів та інші змінні витрати, що залежать від обсягу виконуваної судном роботи.

В цілому, склад постійних і змінних витрат визначається особою, яка приймає рішення (ОПР), в залежності від цілей проведеного аналізу і форми експлуатації судна.

Таким чином, статичні показники критичного завантаження порома визначаються окремо по вантажах (N_i^{kp}) (3.50), окремо по пасажирів (3.51) і не залежать один від одного. Поряд з цим, очевидно, що вантажопасажирські пороми об'єднують в собі властивості вантажних і пасажирських суден. Отже, ефективність їхньої експлуатації обумовлена як кількістю вантажів, так і кількістю пасажирів в завантаженні судна. Це вимагає вироблення і обґрунтування іншого підходу до аналізу беззбитковості виробничої діяльності СК, які експлуатують вантажопасажирські пороми.

Для перевезення вантажів і пасажирів, як відомо (див. п. 3.1), призначені різні приміщення (простори) порома, а саме: вантажні палуби – для вантажів; каюти – для пасажирів. Це дає можливість одночасного розгляду параметрів вантажопотоків і пасажиропотоків відносно один одного, незважаючи на різну розмірність показників, що дають їхню кількісну оцінку.

Показники, що відображають кількість вантажів і пасажирів в завантаженні порома, впливають на економічні результати його експлуатації. У міру надходження заявок вантажовласників на перевезення вантажів та/або в міру придбання пасажирами квитків, інформація про їхню кількість оновлюється з певною періодичністю (раз на добу, раз в 3 дні тощо). На підставі отриманої інформації проводиться покрокове коригування відповідних функціонально залежних планових показників. Період уточнення інформації, а, отже, і інтервал коригування даних встановлюється ОПР.

Таким чином, значення планових показників коригуються на кожному кроці t прийняття рішень, який відповідає певному періоду уточнення та оновлення даних про обсяги перевезень вантажів ($N_i^{(t)}$) і пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$) на підставі:

– інформації, зазначеної у заявках вантажовласників, які знову надійшли;

– інформації про кількість пасажирських квитків, які знову придбали.

Таким чином, при покроковому прийнятті рішень, пов'язаних з обґрунтуванням роботи вантажопасажирського порома в умовах ринку споживача, пропонується використовувати такі взаємопов'язані і взаємообумовлені динамічні показники критичного та комерційно доцільного завантаження судна:

- критична кількість вантажів ($N_i^{kp(t)}$);
- критична кількість пасажирів ($N_{пас}^{kp(t)}$);
- комерційно доцільна кількість вантажів ($N_i^{ком(t)}$);
- комерційно доцільна кількість пасажирів ($N_{пас}^{ком(t)}$).

Динамічні показники критичного завантаження вантажопасажирського порома відображають таку мінімальну кількість вантажів ($N_i^{kp(t)}$) та пасажирів ($N_{пас}^{kp(t)}$) в композитному завантаженні судна, при освоєнні яких витрати компанії ($R^{(t)}$) на кроці t прийняття рішень компенсуються її доходами ($F^{(t)}$).

У свою чергу, динамічні показники комерційно доцільного завантаження вантажопасажирського порома характеризують таку кількість вантажів ($N_i^{ком(t)}$) і пасажирів ($N_{пас}^{ком(t)}$), доходи ($F^{(t)}$) від перевезення яких на кроці t прийняття рішень покривають не тільки всі витрати ($R^{(t)}$) по рейсу, а й забезпечують отримання необхідної суми прибутку ($\Phi^{(t)}$) або необхідного рівня доходності ($k_{дох}^{(t)} = F^{(t)} / R^{(t)}$).

У ситуації ринку споживача забезпечення повного використання виробничих можливостей порома, обумовлених його технічними характеристиками (вантажопід'ємністю, вантажомісткістю, контейнеромісткістю, пасажиромісткістю), як правило, не представляється можливим. У зв'язку з цим:

– з точки зору беззбиткової експлуатації порома, першорядне значення набуває виконання умов (3.52) (табл. 3.1);

Таблиця 3.1 – Умови беззбиткової і комерційно доцільної роботи вантажопасажирського порома

Умови Ринки	Умови беззбиткової роботи вантажопасажирського порома	Умови комерційно доцільної роботи вантажопасажирського порома
Ринок споживача (вантажовласника/пасажира)	$\begin{cases} N_i^{(t)} > N_i^{kp(t)} \quad (i \in I), \\ N_{nac}^{(t)} > N_{nac}^{kp(t)}, \end{cases} \quad (3.52)$	$\begin{cases} N_i^{(t)} > N_i^{ком(t)} \quad (i \in I), \\ N_{nac}^{(t)} > N_{nac}^{ком(t)}, \end{cases} \quad (3.53)$
Ринок судно-власника	$\begin{cases} N_i^{(t)} \leq N_i^{max} \quad (i \in I), \\ N_{nac}^{(t)} \leq N_{nac}^{max}, \end{cases} \quad (3.54)$	

де $N_i^{(t)}$ – уточнена на кроці t кількість вантажів i -ої номенклатури, що планується до перевезення;

$N_{nac}^{(t)}$ – уточнена на кроці t кількість пасажирів, перевезення та обслуговування яких планується в рейсі;

$N_i^{kp(t)}$, $N_i^{ком(t)}$, $N_{nac}^{kp(t)}$, $N_{nac}^{ком(t)}$ – критична і комерційно доцільна кількості вантажів i -ої номенклатури і, відповідно, пасажирів, які відкориговано на кроці t ;

I – множина планованих до перевезення номенклатур вантажів (автомобільна техніка, зал. вагони, контейнери, трейлери тощо);

N_i^{max} – максимально можлива кількість вантажів i -ої номенклатури, яку пором може прийняти на борт відповідно до його технічних характеристик;

N_{nac}^{max} – максимально можлива кількість пасажирів (включаючи осіб, які супроводжують вантаж, водіїв автомобілів, що перевозяться), яке судно може прийняти на борт відповідно до його пасажиромісткості.

– з точки зору комерційно доцільної експлуатації порома, актуальним стає дотримання умов (3.53) (див. табл. 3.1).

– беззбитковим (3.55) – при дотриманні обмежень (3.52) та (3.54).

$$\begin{cases} N_i^{kp(t)} < N_i^{(t)} \leq N_i^{max} & (i \in I), \\ N_{nac}^{kp(t)} < N_{nac}^{(t)} \leq N_{nac}^{max}; \end{cases} \quad (3.55)$$

– комерційно доцільним (3.56) – при дотриманні умов (3.53) та (3.54):

$$\begin{cases} N_i^{kom(t)} < N_i^{(t)} \leq N_i^{max} & (i \in I), \\ N_{nac}^{kom(t)} < N_{nac}^{(t)} \leq N_{nac}^{max}. \end{cases} \quad (3.56)$$

Позначені вище динамічні показники $N_i^{kp(t)}$, $N_{nac}^{kp(t)}$, $N_i^{kom(t)}$, $N_{nac}^{kom(t)}$ стосовно до вантажопасажирських поромів можна формалізувати за допомогою застосування методики аналізу беззбитковості багатономенклатурного виробництва. При цьому витрати визначаються методом повних (поглинених) витрат (Absorption Costing) [157, 158]. Він полягає в калькуляції собівартості продукції (транспортної послуги) шляхом віднесення всіх виробничих витрат поточного періоду на випущену в цьому ж періоді продукцію (надану транспортну послугу). Це найбільш широко використовуваний підхід до визначення собівартості, застосовуваний в бухгалтерському обліку і відповідає вимогам податкового обліку.

Розглянемо порядок аналітичного обґрунтування показників $N_i^{kp(t)}$ та $N_{nac}^{kp(t)}$.

Робота порома на кроці t прийняття рішень вважається беззбитковою при дотриманні наступної рівності: $F^{(t)} = R^{(t)}$, яку можна уточнити в такий спосіб (3.57)-(3.59):

$$F^{(t)} = N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}, \quad (3.57)$$

$$R^{(t)} = R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac}, \quad (3.58)$$

$$N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} = R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac}. \quad (3.59)$$

На підставі рівняння (3.59) можна визначити критичну кількість вантажів i -ої номенклатури ($N_i^{kp(t)}$), яка забезпечить беззбиткову роботу порома при прийнятті рішень на етапі t (3.60):

$$N_i^{kp(t)} = \frac{R_{nocm} + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} - N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}}{f_i - r_i}. \quad (3.60)$$

Після перетворення, вираз (3.60) набуває такого вигляду (3.61):

$$N_i^{kp(t)} = \frac{R_{nocm} - N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac})}{f_i - r_i}. \quad (3.61)$$

Аналогічно показнику критичної кількості вантажів ($N_i^{kp(t)}$) (3.61) можна визначити й критичну кількість пасажирів ($N_{nac}^{kp(t)}$) на кроці t (3.62), (3.63):

$$N_{nac}^{kp(t)} = \frac{R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i - N_i^{(t)} \cdot f_i}{f_{nac} - r_{nac}}, \quad (3.62)$$

$$N_{nac}^{kp(t)} = \frac{R_{nocm} - N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i)}{f_{nac} - r_{nac}}. \quad (3.63)$$

Графічну візуалізацію процесів прийняття рішень щодо обґрунтування критичного завантаження вантажного судна розглянуто в роботі [125], пасажирського – в [126]. В даних публікаціях графіки залежностей економічних показників від обсягів перевезень вантажів [125] і, відповідно, пасажирів [126] представлено в прямокутній (двовірній або пласкій) системі координат.

Що стосується критичного завантаження вантажопасажирського порома, то представлені вище аналітичні вирази (3.57)-(3.63) також можуть бути описані наочно, але із застосуванням тривимірної системи координат. Так, дохід ($F^{(t)}$) СК, що експлуатує судна даного типу, залежить від кількості перевезених вантажів ($N_i^{(t)}$) і пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$) на кроці t (3.57), тобто є функцією відповідних аргументів: $y = f(x; z)$, $F^{(t)} = f(N_i^{(t)}; N_{nac}^{(t)}) = N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}$.

Графіком функції двох змінних є поверхня, що зображується в тривимірному просторі. Отже, при графічній візуалізації задачі обґрунтування критичного завантаження вантажопасажирського порома доцільно використовувати правосторонню тривимірну систему координат (рис. 3.1), утворену взаємно перпендикулярними осями:

- віссю абсцис – OX , яка відповідає в даному випадку осі ON_i ;
- віссю ординат – OY , яка відповідає осі $OF(R)$;
- віссю аплікату – OZ , яка відповідає осі ON_{nac} .

Максимальний дохід ($F^{\max}$) вантажопасажирського порома (в разі лінійності відповідної функції [124]) досягається при максимальній кількості вантажів ($N_i^{\max}$) і пасажирів ($N_{nac}^{\max}$) на його борту, які, в свою чергу, лімітуються технічними характеристиками судна (вантажопід'ємністю, вантажомісткістю, контейнеромісткістю і пасажиромісткістю) (3.54). У зв'язку з цим графік функції доходу, відображається поверхнею, яка в просторі обмежується кубом (див.рис. 3.1).

Його межі лежать на зазначених вище вісях і відповідають максимально можливим доходу (F^{max}), кількості вантажів (N_i^{max}) і пасажирів N_{nac}^{max} .

Аналогічні міркування можна провести і щодо витрат ($R^{(t)}$), показник яких є функцією тих самих аргументів: $R^{(t)} = f(N_i^{(t)}; N_{nac}^{(t)}) = R_{ном} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac}$. Максимальні витрати (R^{max}) (в разі лінійності відповідної функції [124]) компанія несе при максимальному завантаженні судна. Функція витрат при цьому також відображається поверхнею, обмеженою гранями куба (див. рис. 3.1).

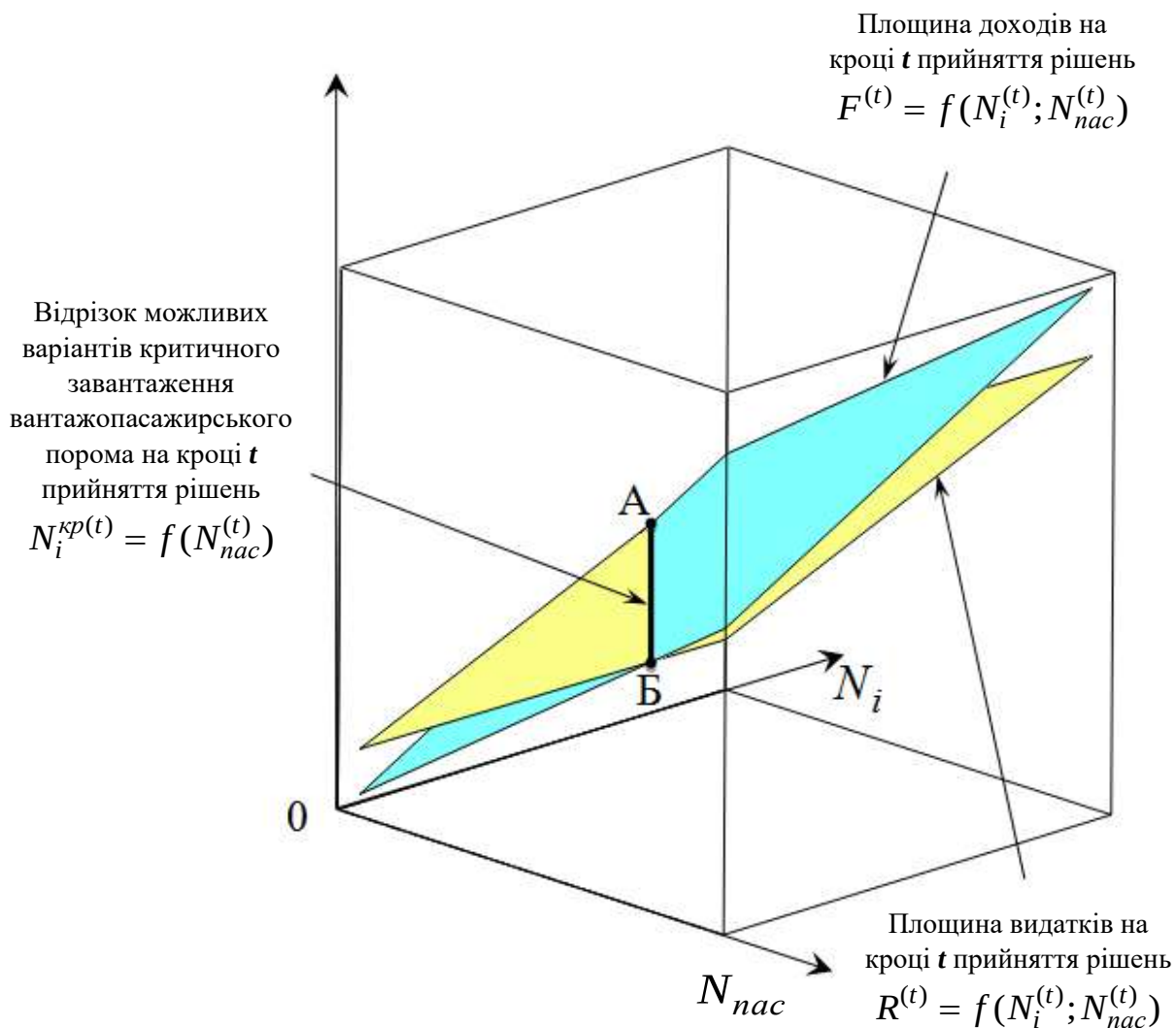


Рисунок 3.1 – Графічна візуалізація задачі обґрунтування критичного завантаження вантажопасажирського порома

Тривимірний візуальний аналіз графіка (див. рис. 3.1) дозволяє наочно побачити, що беззбиткове завантаження судна при організації поромного перевезення одночасно вантажів і пасажирів відображається відрізком AB , за яким перетинаються поверхні, які задано функціями доходу $F^{(t)} = f(N_i^{(t)}; N_{nac}^{(t)})$ і витрат $R^{(t)} = f(N_i^{(t)}; N_{nac}^{(t)})$ (див. рис. 3.1). Це означає, що беззбиткове завантаження вантажопасажирського порома може мати безліч варіантів, кожен з яких відображається певною точкою, що лежить на відрізку AB (див. рис. 3.1). Місце положення такої точки залежить від кількісного співвідношення параметрів $N_i^{(t)}$ та $N_{nac}^{(t)}$ на кроці t прийняття рішень. Іншими словами, точка, що лежить на цьому відрізку і відображає значення критичного завантаження вантажопасажирського порома, переміщується по відрізку в залежності від кроку t прийняття рішень і кількісної комбінації вантажів ($N_i^{(t)}$) і пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$) в завантаженні порома. Це дозволяє назвати дану точку «динамічною», яка відображає відповідний динамічний показник критичного завантаження вантажопасажирського порома в інтервалі t коригування даних.

Будь-яка точка в тривимірному просторі, як відомо, має координати $(X; Y; Z)$. В даному випадку (див. рис. 3.1) кожна динамічна точка критичного завантаження судна на кроці t прийняття рішень характеризується координатами $(N_i^{kp(t)}; F^{kp(t)}; N_{nac}^{kp(t)})$. Так, точка A має координати $[N_i^{kp(t)}; F^{kp(t)}; 0]$ і належить площині, яку утворено осями ON_i та $OF(R)$: $A \in ON_i F(R)$. Точка $A [N_i^{kp(t)}; F^{kp(t)}; 0]$ відображає дохід ($F^{(t)}$) на кроці t , що покриває витрати ($R^{(t)}$) компанії, які пов'язані з перевезенням вантажів в кількості $N_i^{(t)}$ при відсутності пасажирів ($N_{nac}^{(t)} = 0$), тобто дана точка відображає нульовий прибуток компанії на кроці t в ситуації, коли заявки вантажовласників на перевезення вантажів уже подано, а реалізація пасажирських квитків ще не розпочалася. Таким чином, в точці

$A [N_i^{kp(t)}; F^{kp(t)}; 0]$ дотримано рівність $F^{(t)} = F^{kp(t)} = R^{(t)} = R^{kp(t)}$, а також значення динамічного і статичного показників критичного завантаження порома вантажами збігаються: $N_i^{kp(t)} = N_i^{kp}$.

Точка B з координатами $[0; F^{kp(t)}; N_{nac}^{kp(t)}]$ належить площині, яка утворена осями ON_{nac} і $OF(R)$: $A \in ON_{nac}F(R)$. Точка $B [0; F^{kp(t)}; N_{nac}^{kp(t)}]$ характеризує дохід $(F^{(t)})$ на кроці t , що покриває витрати $(R^{(t)})$ компанії, які пов'язані з перевезенням пасажирів в кількості $N_{nac}^{(t)}$ при відсутності вантажів тобто дана точка відображає нульовий прибуток компанії на кроці t в ситуації, коли попит на пасажирські квитки вже з'явився, а заявки вантажовласників на перевезення вантажів ще не подано. Таким чином, в точці B дотримується рівність $F^{(t)} = F^{kp(t)} = R^{(t)} = R^{kp(t)}$. Крім того, значення динамічного і статичного показників критичного завантаження порома пасажирями в точці $B [0; F^{kp(t)}; N_{nac}^{kp(t)}]$ так само збігаються: $N_{nac}^{kp(t)} = N_{nac}^{kp}$. Причому, для точок $N_i^{kp(t)}$ і $N_{nac}^{kp(t)}$ значення $F^{kp(t)}$ (див. рис. 3.1) однакове.

Перетворивши вираз (3.61), залежність між критичною кількістю вантажів і плановою кількістю пасажирів можна представити у вигляді функції $N_i^{kp(t)} = f(N_{nac}^{(t)})$ наступним чином (3.64):

$$N_i^{kp(t)} = -\left(\frac{f_{nac} - r_{nac}}{f_i - r_i}\right) \cdot N_{nac}^{(t)} + \frac{R_{nocm}}{f_i - r_i}. \quad (3.64)$$

Таким чином, (3.64) являє собою лінійну функцію виду $y = k \cdot x + b$, де в якості аргументу (x) виступає $N_{nac}^{(t)}$, кутовим коефіцієнтом (k) є вираз: $-\left(\frac{f_{nac} - r_{nac}}{f_i - r_i}\right)$, а вільний член (b) представлено відношенням: $\frac{R_{nocm}}{f_i - r_i}$. Оскільки значення кутового коефіцієнта k – величина від'ємна, то задана функція – спадна.

Кількість значень $N_{nac}^{(t)}$ обмежено, що обумовлено технічними характеристиками судна. У зв'язку з цим залежність між кількістю вантажів і пасажирів в беззбитковому завантаженні порома для більш наочного уявлення можна зобразити за допомогою відрізка AB в двовірному просторі (рис. 3.2).

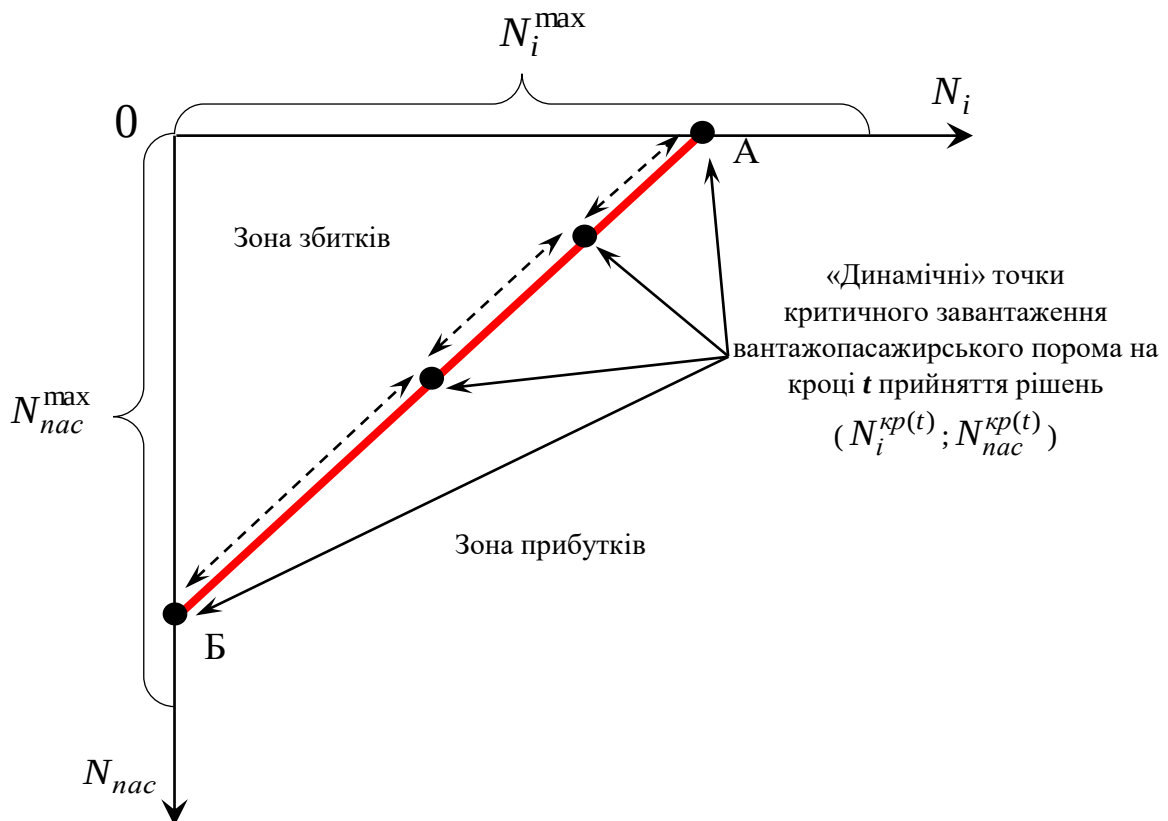


Рисунок 3.2 – Графічна візуалізація залежності між кількістю вантажів та пасажирів в критичному композитному завантаженні порома

Інформацію про розташування відрізка AB на координатній площині, щодо осей координат дають значення коефіцієнта k і вільного члена b . Оскільки коефіцієнт k відповідає за кут нахилу відрізка до додатного напрямку осі ON_{nac} , то

$$\operatorname{tg}(\angle ABN_{nac}) = -\left(\frac{f_{nac} - r_{nac}}{f_i - r_i}\right).$$

Точка A , що відображає статичний показник критичного завантаження судна вантажами (N_i^{kp}) при відсутності пасажирів ($N_{пас} = 0$), лежить на осі ON_i і віддалена від початку координат (O) на відстань рівну $\frac{R_{ном}}{f_i - r_i}$ (див. рис. 3.2).

Двовимірний візуальний аналіз залежності, представленої в прямокутній системі координат (див. рис. 3.2) показує, що в кожній конкретній ситуації при певному значенні критичної кількості вантажів ($N_i^{kp(t)}$) на кроці t критична кількість пасажирів ($N_{пас}^{kp(t)}$) набуває одного єдиного значення. Отже, беззбиткове завантаження вантажопасажирського порома на кроці t можна представити у вигляді точки з координатами $[N_i^{kp(t)}; N_{пас}^{kp(t)}]$. У цій точці і кількість вантажів ($N_i^{kp(t)}$), і кількість пасажирів ($N_{пас}^{kp(t)}$) є критичними величинами. Однак, як зазначалося вище, дана точка має властивість переміщатися по відрізку AB в залежності від зміни кількісного складу вантажів і пасажирів в завантаженні порома, тобто зменшення значення однієї з величин призводить до необхідності збільшення іншої, а при відсутності такої можливості – приводить компанію до збитків.

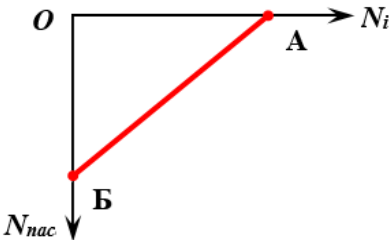
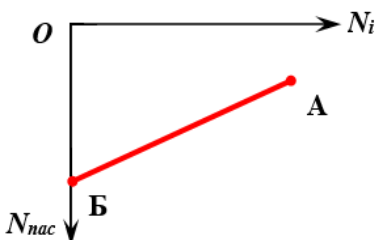
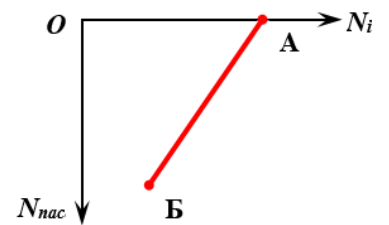
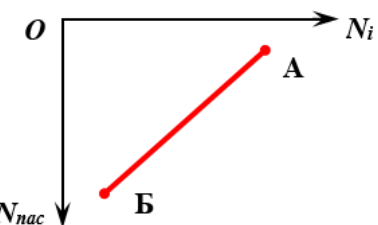
Крім того, слід враховувати, що кількість вантажів і пасажирів, які приймаються до перевезення, обмежується технічними характеристиками транспортного засобу. Отже, відрізок AB не завжди перетинається з гранями куба в тривимірному просторі (див. рис. 3.1) і відповідними осями в двовимірній координатній площині (див. рис. 3.2), тобто точки A та B розглянутого відрізка (див. рис. 3.1) можуть не належати відповідним граням і осям. Наприклад, варіант № 3 (табл. 3.2) наочно демонструє, що за умов $N_i^{kp} \leq N_i^{max}$ і $N_{пас}^{kp} > N_{пас}^{max}$: точка A відрізка AB перетинає вісь ON_i : $A \in ON_i$, а, отже, лежить на відповідній грані куба в тривимірній системі координат; точка B – не перетинає вісь $ON_{пас}$: $B \notin ON_{пас}$, отже, не належить відповідній грані куба в тривимірному просторі.

Отже, при рівності доходів і витрат ($F^{(t)} = R^{(t)}$) завантаження порома є критичним ($N_i^{kp(t)}; N_{nac}^{kp(t)}$). Разом з тим показники ($F^{(t)}$) і ($R^{(t)}$), а, отже, і їхні аргументи відображають критичну беззбиткову роботу вантажопасажирського порома на кожному кроці t прийняття рішень (3.65), (3.66):

$$F^{kp(t)} = \{N_i^{kp(t)}; N_{nac}^{kp(t)}; f_i^{kp}; f_{nac}^{kp}\}, \quad (3.65)$$

$$R^{kp(t)} = \{N_i^{kp(t)}; N_{nac}^{kp(t)}; R_{nosc}^{kp}; r_i^{kp}; r_{nacc}^{kp}\}. \quad (3.66)$$

Таблиця 3.2 – Схеми розташування відрізка AB в залежності від співвідношення технічних характеристик N_i^{max} та N_{nac}^{max} порома зі значеннями статичних показників N_i^{kp} и N_{nac}^{kp} його критичного завантаження

$N_i^{kp}; N_i^{max}$ $N_{nac}^{kp}; N_{nac}^{max}$	$N_i^{kp} \leq N_i^{max}$	$N_i^{kp} > N_i^{max}$
$N_{nac}^{kp} \leq N_{nac}^{max}$	1. 	2. 
$N_{nac}^{kp} > N_{nac}^{max}$	3. 	4. 

У зв'язку з цим, формалізуємо динамічні показники критичної роботи вантажопасажирського порома у вигляді конкретних аналітичних виразів шляхом наступної послідовності логічних міркувань.

Критична величина доходу ($F^{kp(t)}$) безпосередньо залежить від завантаження транспортного засобу (3.57). Її величина, виходячи з умови (3.59), визначається за формулою (3.67).

$$F^{kp(t)} = R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} \quad (3.67)$$

Формула (3.67) може бути застосована в разі наявності достовірної інформації про кількість вантажів ($N_i^{(t)}$) і пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$), що плануються до перевезення.

При наявності достовірної інформації тільки про кількість вантажів ($N_i^{(t)}$), критичну величину доходу ($F^{kp(t)}$) можна розрахувати за наступною формулою (3.68):

$$F^{kp(t)} = R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{kp(t)} \cdot r_{nac}. \quad (3.68)$$

Однак необхідно відзначити, що в даному випадку показник $N_i^{(t)}$, незважаючи на достовірну інформацію про його значення, на момент розрахунку також характеризує критичну величину. Отже, будь-яка його зміна призводить до необхідності перерахунку інших критичних показників $N_{nac}^{kp(t)}$ та $F^{kp(t)}$. У зв'язку з цим формула (3.68) набуває такого вигляду (3.69):

$$F^{kp(t)} = N_i^{(t)} \cdot f_i + \frac{R_{nocm} - N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i)}{f_{nac} - r_{nac}} \cdot f_{nac}. \quad (3.69)$$

Критичну величину доходу ($F^{kp(t)}$) також можна визначити через показник $N_i^{(t)}$ (3.70), при наявності достовірної інформації про кількість проданих пасажиром квитків ($N_{nacc}^{(t)}$):

$$F^{kp(t)} = R_{nocm} + N_i^{kp(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac}. \quad (3.70)$$

Слід зазначити, що показник $N_{nac}^{(t)}$ в (3.70), незважаючи на достовірну інформацію про його значення на кроці t , також характеризує критичну величину і його зміна призводить до необхідності перерахунку показників $N_i^{kp(t)}$ і $F^{kp(t)}$. Формула (3.70) в зв'язку з цим набуває такого вигляду (3.71):

$$F^{kp(t)} = \frac{R_{nocm} - N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac})}{f_i - r_i} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}. \quad (3.71)$$

Тариф (f_i) на перевезення вантажу i -ої номенклатури визначається системою лінійного судноплавства, ця величина не залежить від кількості прийнятих заявок на перевезення вантажів і може переглядатися раз в квартал/півріччя/рік. Однак критичне значення цього показника змінюється при кожному наступному відтоку/притоку вантажів, тобто при кожному новому надходженні інформації про завантаження транспортного засобу на кроці t . Причому при композитному завантаженні порома, на критичне значення тарифу впливає також кількість проданих квитків ($N_{nac}^{(t)}$). Таким чином, критичне значення тарифної ставки на перевезення вантажів i -ої номенклатури ($f_i^{kp(t)}$) можна визначити наступним чином (3.72):

$$f_i^{kp} = \frac{R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i - N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac})}{N_i^{(t)}}. \quad (3.72)$$

Від значення показника $f_i^{kp(t)}$ на кроці t багато в чому залежать управлінські рішення СК на цьому кроці. Наприклад, за умови $f_i^{kp(t)} > f_i$ підприємству слід вживати заходів щодо залучення більшої кількості вантажів або зниження витрат на

їх перевезення. В іншому випадку, робота вантажопасажирського порома принесе збитки. За умови $f_i^{kp(t)} \leq f_i$ підприємству необхідно докласти всіх зусиль до збереження величини вантажопотоку і залученню додаткових вантажів з метою максимізації прибутку.

Ціна пасажирського квитка (f_{nac}) є незмінною з моменту її оголошення і не залежить від кількості проданих квитків. У свою чергу, її критична величина (f_{nac}^{kp}), за аналогією з критичною величиною тарифу на перевезення вантажів ($f_i^{kp(t)}$), змінюється при кожному новому купленому/зданому квитку. При композитному завантаженні порома також має значення і кількість вантажів, прийнятих до перевезення ($N_i^{(t)}$). Таким чином, критична величина ціни пасажирського квитка ($f_{nac}^{kp(t)}$) розраховується за формулою (3.73).

$$f_{nac}^{kp} = \frac{R_{nocm} + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} - N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i)}{N_{nac}^{(t)}}. \quad (3.73)$$

Критична величина витрат ($R^{kp(t)}$), тобто величина, перевищення якої призведе до збитків, визначається наступним чином (3.74):

$$R^{kp(t)} = N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}. \quad (3.74)$$

Аналогічно з ситуацією, представленою у формулі (3.70), формула (3.74) може бути застосована в разі наявності достовірної інформації про кількість вантажів ($N_i^{(t)}$) і пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$), що плануються до перевезення.

При наявності інформації тільки про кількість вантажів ($N_i^{(t)}$) або тільки про кількість пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$), критичну величину витрат ($R^{kp(t)}$) можна представити у вигляді наступних рівностей (3.75), (3.76):

$$R^{kp(t)} = N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{kp(t)} \cdot f_{nac} , \quad (3.75)$$

$$R^{kp(t)} = N_i^{kp(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} . \quad (3.76)$$

Слід зазначити, що показники $N_i^{(t)}$ і $N_{nac}^{(t)}$ у відповідних формулах (3.75) і (3.76), незважаючи на достовірну інформацію про їхнє значення, також характеризують критичні величини, оскільки їхня зміна призводить до необхідності перерахунку показників $N_{nac}^{kp(t)}$ в (3.75), $N_i^{kp(t)}$ в (3.76) і $R^{kp(t)}$ в (3.75) та (3.76). Таким чином, формули (3.75) і (3.76) набувають такого вигляду (3.77), (3.78):

$$R^{kp(t)} = N_i^{(t)} \cdot f_i + \frac{R_{nocm} - N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i)}{f_{nac} - r_{nac}} \cdot f_{nac} , \quad (3.77)$$

$$R^{kp(t)} = \frac{R_{nocm} - N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac})}{f_i - r_i} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} . \quad (3.78)$$

Критична величина постійних витрат (R_{nocm}^{kp}) залежить від надходження інформації про притоки/відтоки вантажів, придбання/здачі пасажирських квитків і визначається так (3.79):

$$R_{nocm}^{kp(t)} = N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} - N_i^{(t)} \cdot r_i - N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} = N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i) + N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac}) . \quad (3.79)$$

Критична величина витрат на одиницю продукції (r_i^{kp}) залежить від кількості вантажів ($N_i^{(t)}$) і пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$) в композитному завантаженні порома і вимагає перерахунку при кожному новому надходженні інформації про зміну значень цих показників. Формула для розрахунку показника $r_i^{kp(t)}$, набуває такого вигляду:

$$r_i^{kp(t)} = \frac{N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac}) - R_{nocm}}{N_i^{(t)}} . \quad (3.80)$$

Критична величина витрат на одиницю продукції, що припадають на одного пасажирів (r_{nac}^{kp}), визначається аналогічно (3.81):

$$r_{nac}^{kp(t)} = \frac{N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i) + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} - R_{nocm}}{N_{nac}^{(t)}}. \quad (3.81)$$

Показник r_{nac}^{kp} (3.81) так само, як і показник $r_i^{kp(t)}$ (3.80) вимагає перерахунку при кожному оновленні інформації про вантажі і пасажирів, що перевозяться.

Сформульовані положення може бути формалізовано для обґрунтування комерційно доцільної кількості вантажів ($N_i^{ком(t)}$) і пасажирів ($N_{nac}^{ком(t)}$) в композитному завантаженні порома на кроці t .

Завантаження порома є комерційно доцільним при дотриманні умови: $F^{(t)} > R^{(t)}$, яку можна уточнити в такий спосіб (3.82):

$$N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} > R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac}. \quad (3.82)$$

Різниця між лівою і правою частинами нерівності (3.82) повинна відповідати величині бажаного прибутку СК ($F^{(t)} - R^{(t)} = \Phi^{(t)}$) (3.83):

$$(N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}) - (R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac}) = \Phi^{(t)}. \quad (3.83)$$

Виходячи з (3.83), показник комерційно доцільного завантаження порома вантажем i -ої номенклатури на кроці t можна представити таким чином (3.84):

$$N_i^{ком(t)} = \frac{R_{nocm} - N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac}) + \Phi^{(t)}}{f_i - r_i}. \quad (3.84)$$

Завантаження порома є комерційно доцільним так само при дотриманні рівності: $F^{(t)} = R^{(t)} \cdot k_{\text{дох}}^{(t)}$, яка в результаті розукрупнення набуває такого вигляду (3.85):

$$N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{\text{nac}}^{(t)} \cdot f_{\text{nac}} = (R_{\text{nocm}} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{\text{nac}}^{(t)} \cdot r_{\text{nac}}) \cdot k_{\text{дох}}^{(t)}. \quad (3.85)$$

Таким чином, на підставі (3.85) комерційно доцільна кількість вантажів ($N_i^{\text{ком}(t)}$) в завантаженні порома при необхідному рівні доходності на кроці t визначається так (3.86):

$$N_i^{\text{ком}(t)} = \frac{R_{\text{nocm}} \cdot k_{\text{дох}}^{(t)} - N_{\text{nac}}^{(t)} \cdot (f_{\text{nac}} - r_{\text{nac}} \cdot k_{\text{дох}}^{(t)})}{f_i - r_i \cdot k_{\text{дох}}^{(t)}}. \quad (3.86)$$

У свою чергу, комерційно доцільну кількість пасажирів ($N_{\text{nac}}^{\text{ком}(t)}$) при певній кількості вантажів $N_i^{(t)}$, які заявлено до перевезення на кроці t , можна представити у вигляді рівнянь (3.87), (3.88).

$$N_{\text{nac}}^{\text{ком}(t)} = \frac{R_{\text{nocm}} - N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i) + \Phi^{(t)}}{f_{\text{nac}} - r_{\text{nac}}}, \quad (3.87)$$

$$N_{\text{nac}}^{\text{ком}(t)} = \frac{R_{\text{nocm}} \cdot k_{\text{дох}}^{(t)} - N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i \cdot k_{\text{дох}}^{(t)})}{f_{\text{nac}} - r_{\text{nac}} \cdot k_{\text{дох}}^{(t)}}. \quad (3.88)$$

Рівень доходності ($k_{\text{дох}}^{(t)}$), встановлений ОПР, набуває значення більше 1. Отже, відрізок AB (див. рис. 3.2), що відображає динамічну точку критичного завантаження вантажопасажирського порома, трансформується у відрізок $A'B'$ (рис. 3.3), який зображує динамічну точку комерційно доцільного завантаження

порому. Його розташування щодо відрізка AB залежить, головним чином, від співвідношень між значеннями показників f_i , f_{nac} , r_i та r_{nac} (див. табл. 3.2).

На підставі виразу (3.86) залежність між комерційно доцільною кількістю вантажів і плановою кількістю пасажирів в завантаженні судна можна представити у вигляді функції $N_i^{ком(t)} = f(N_{nac}^{(t)})$ наступним чином (3.89):

$$N_i^{ком(t)} = -\left(\frac{f_{nac} - r_{nac} \cdot k_{дох}}{f_i - r_i \cdot k_{дох}}\right) \cdot N_{nac}^{(t)} + \frac{R_{посм} \cdot k_{дох}}{f_i - r_i \cdot k_{дох}}. \quad (3.89)$$

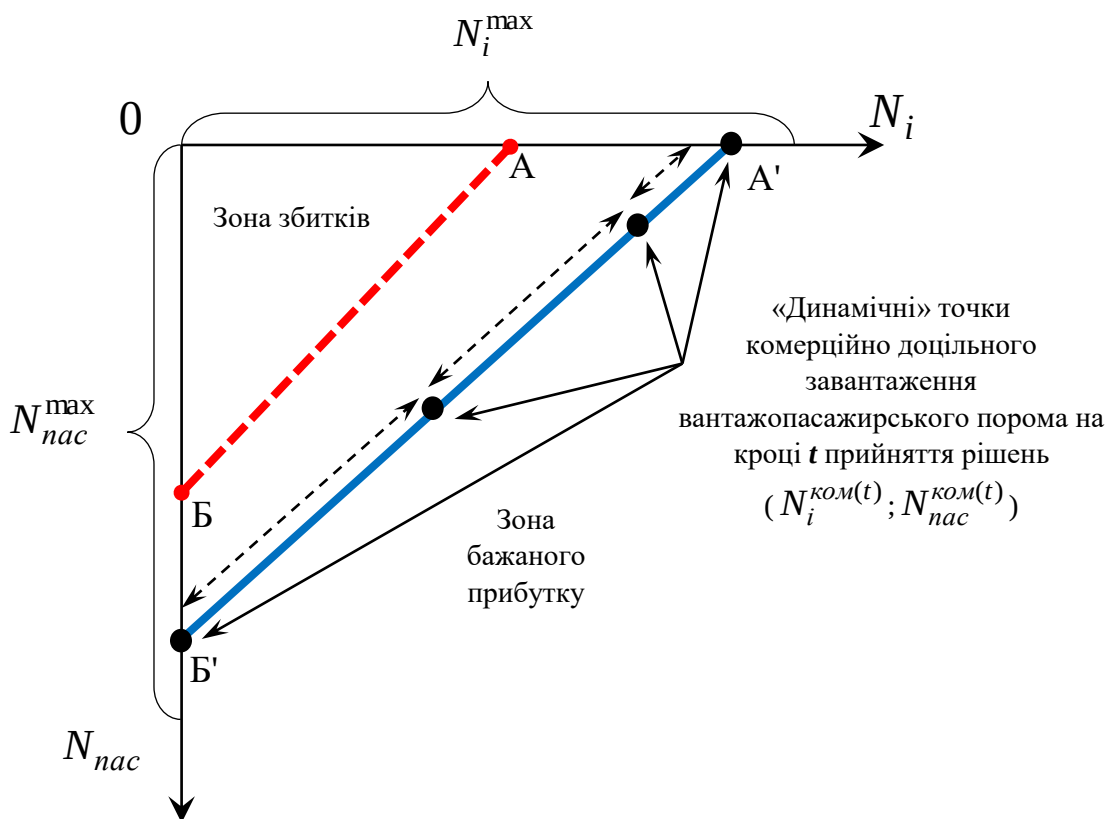


Рисунок 3.3 – Графічна візуалізація залежності між кількістю вантажів і пасажирів при комерційно доцільному композитному завантаженні порому

Аналогічно функції $N_i^{kp(t)} = f(N_{nac}^{(t)})$ (3.54), функція $N_i^{ком(t)} = f(N_{nac}^{(t)})$ (3.89) є лінійною спадною. У плоскій системі координат вона зображується у вигляді відрізка $A'B'$ (див. рис. 3.3).

Розташування відрізка $A'B'$ щодо відрізка AB (табл. 3.3) визначають зміни кутових коефіцієнтів відповідних функцій $\Delta k = k^{AB} - k^{A'B'}$ і їхніх вільних членів $\Delta b = b^{AB} - b^{A'B'}$.

При цьому, очевидно, що, зміна градусної міри кута $\angle A'B'N_{nac}$ як в сторону збільшення, так і зменшення, залежить від зміни значень показників $f_i, f_{nac}, r_i, r_{nac}$ в чисельнику і в знаменнику відповідного кутового коефіцієнта k (3.89). У зв'язку з цим в роботі досліджено і представлено (див. табл. 3.3) закономірності щодо зміни положення відрізка $A'B'$ відносно відрізка AB при різних співвідношеннях значень показників $f_i, f_{nac}, r_i, r_{nac}$, що входять в кутовий коефіцієнт.

Оскільки на практиці, як правило, дотримуються умови: $f_i > r_i, f_{nac} > r_{nac}, R_{ном} > 0$ і $k_{дох} > 1$, то положення відрізка в двовимірній площині координат щодо відрізка AB має наступні особливості, які встановлено в процесі дослідження:

1. Точка A' переміщається відносно точки A вправо по осі ON_i (див. табл. 3.2) на відстань рівну: $\frac{R_{ном} \cdot k_{дох}}{f_i - r_i \cdot k_{дох}} - \frac{R_{ном}}{f_i - r_i}$.

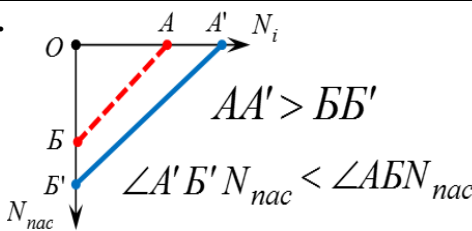
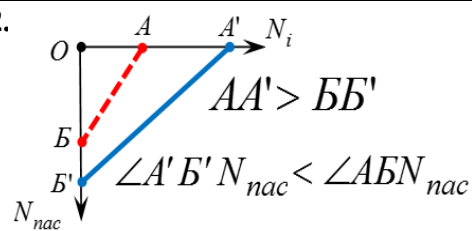
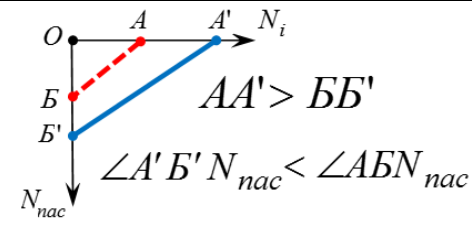
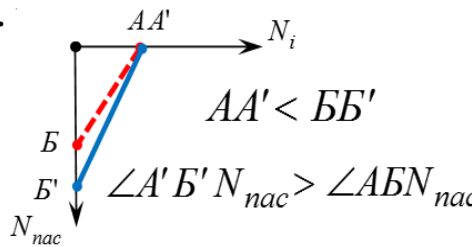
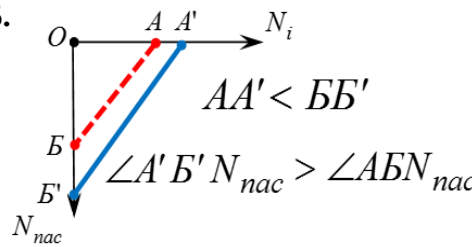
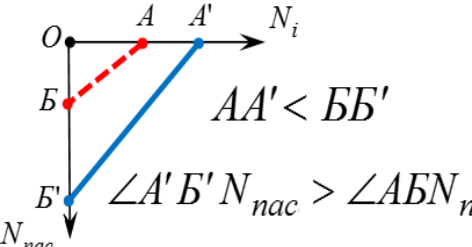
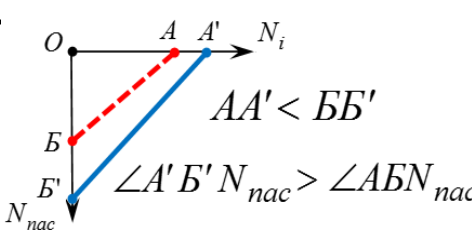
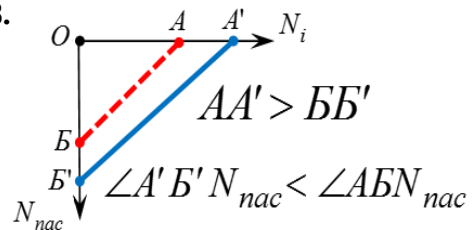
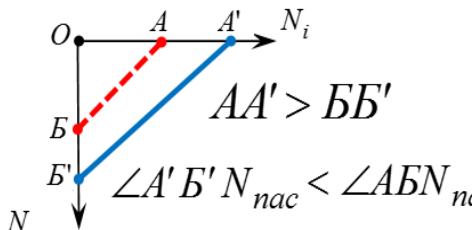
2. Тангенс кута $A'B'N_{nac}$ ($tg(\angle A'B'N_{nac})$) змінюється, порівняно з тангенсом кута ABN_{nac} ($tg(\angle ABN_{nac})$) (див. табл. 3.3) на величину рівну: $(-\frac{f_{nac} - r_{nac} \cdot k_{дох}}{f_i - r_i \cdot k_{дох}}) - (-\frac{f_{nac} - r_{nac}}{f_i - r_i})$.

3. Перетин відрізка $A'B'$ з осями координат ON_i, ON_{nac} , по аналогії з відрізком AB (табл. 3.2), залежить від співвідношень статичних показників комерційно доцільною завантаження судна $(N_i^{ком}, N_{nac}^{ком})$ і показників, які відображають максимальне завантаження судна $(N_i^{max}, N_{nac}^{max})$, що обумовлено його технічними характеристиками.

Таблиця 3.3 – Схеми розташування відрізків можливих варіантів критичного AB та комерційно доцільного $A'B'$

завантаження вантажопасажирського порома відносно один одного

в залежності від співвідношення величин $f_i; f_{nac}; r_i; r_{nac}$

$f_i; f_{nac}$ $r_i; r_{nac}$	$f_i > f_{nac}$	$f_i < f_{nac}$	$f_i = f_{nac}$
$r_i > r_{nac}$	1.  $AA' > BB'$ $\angle A'B'N_{nac} < \angle ABN_{nac}$	2.  $AA' > BB'$ $\angle A'B'N_{nac} < \angle ABN_{nac}$	3.  $AA' > BB'$ $\angle A'B'N_{nac} < \angle ABN_{nac}$
$r_i < r_{nac}$	4.  $AA' < BB'$ $\angle A'B'N_{nac} > \angle ABN_{nac}$	5.  $AA' < BB'$ $\angle A'B'N_{nac} > \angle ABN_{nac}$	6.  $AA' < BB'$ $\angle A'B'N_{nac} > \angle ABN_{nac}$
$r_i = r_{nac}$	7.  $AA' < BB'$ $\angle A'B'N_{nac} > \angle ABN_{nac}$	8.  $AA' > BB'$ $\angle A'B'N_{nac} < \angle ABN_{nac}$	9.  $AA' > BB'$ $\angle A'B'N_{nac} < \angle ABN_{nac}$

Комерційно доцільна величина доходу ($F^{KOM(t)}$), в свою чергу, досягається отриманням необхідної суми прибутку (Φ) або необхідного рівня доходності ($k_{дох}^{(t)}$) (3.90).

$$F^{KOM(t)} = R_{ном} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} + \Phi \quad (3.90)$$

Комерційно доцільну величину доходу ($F^{KOM(t)}$) також можна розрахувати, використовуючи значення показників $N_i^{KOM(t)}$ і $N_{nac}^{KOM(t)}$.

Таким чином, комерційно доцільна величина доходу ($F^{KOM(t)}$) визначається через показник $N_i^{KOM(t)}$, отриманий розрахунковим способом, при наявності інформації про кількість пасажирів $N_{nac}^{(t)}$ на борту порома, наступним чином (3.91), (3.92):

$$\begin{aligned} F^{KOM(t)} &= N_i^{KOM(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} = \\ &= \frac{R_{ном} - N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac}) + \Phi}{f_i - r_i} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}, \end{aligned} \quad (3.91)$$

$$\begin{aligned} F^{KOM(t)} &= N_i^{KOM(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} = \\ &= \frac{R_{ном} \cdot k_{дох} - N_{nac} \cdot (f_{nac} - r_{nac} \cdot k_{дох})}{f_i - r_i \cdot k_{дох}} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}. \end{aligned} \quad (3.92)$$

У свою чергу, комерційно доцільна величина доходу ($F^{KOM(t)}$) через показник $N_{nac}^{KOM(t)}$ визначається за наявності достовірної інформації про кількість вантажів $N_i^{(t)}$, в такий спосіб (3.93), (3.94):

$$\begin{aligned} F^{KOM(t)} &= N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{KOM(t)} \cdot f_{nac} = \\ &= N_i^{(t)} \cdot f_i + \frac{R_{ном} - N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i) + \Phi}{f_{nac} - r_{nac}} \cdot f_{nac}, \end{aligned} \quad (3.93)$$

$$\begin{aligned}
F^{KOM(t)} &= N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{KOM(t)} \cdot f_{nac} = \\
&= N_i^{(t)} \cdot f_i + \frac{R_{nocm} \cdot k_{\partial ox} - N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i \cdot k_{\partial ox})}{f_{nac} - r_{nac} \cdot k_{\partial ox}} \cdot f_{nac}.
\end{aligned} \tag{3.94}$$

Комерційно доцільна ставка за перевезення вантажів i -ої ($f_i^{KOM(t)}$) номенклатури визначається за формулою (3.95):

$$\begin{aligned}
f_i^{KOM(t)} &= \\
&= \frac{R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} - N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} + \Phi}{N_i^{(t)}} = \\
&= \frac{R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i - N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac}) + \Phi}{N_i^{(t)}}.
\end{aligned} \tag{3.95}$$

Або має наступний вигляд (3.96):

$$\begin{aligned}
f_i^{KOM(t)} &= \\
&= \frac{R_{nocm} \cdot k_{\partial ox} + N_i^{(t)} \cdot r_i \cdot k_{\partial ox} + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} \cdot k_{\partial ox} - N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}}{N_i^{(t)}} = \\
&= \frac{k_{\partial ox} \cdot (R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i) - N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac} \cdot k_{\partial ox})}{N_i^{(t)}}.
\end{aligned} \tag{3.96}$$

Комерційно доцільна ціна пасажирського квитка ($f_{nac}^{KOM(t)}$) визначається за формулою (3.97).

$$\begin{aligned}
f_{nac}^{KOM(t)} &= \\
&= \frac{R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} - N_i^{(t)} \cdot f_i + \Phi}{N_{nac}^{(t)}} = \\
&= \frac{R_{nocm} + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} - N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i) + \Phi}{N_{nac}^{(t)}}
\end{aligned} \tag{3.97}$$

Або має наступний вигляд (3.98):

$$\begin{aligned} f_{nac}^{ком(t)} &= \frac{R_{ном} \cdot k_{дох} + N_i^{(t)} \cdot r_i \cdot k_{дох} + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} \cdot k_{дох} - N_i^{(t)} \cdot f_i}{N_{nac}^{(t)}} = \\ &= \frac{k_{дох} \cdot (R_{ном} + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac}) - N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i \cdot k_{дох})}{N_{nac}^{(t)}} \end{aligned} \quad (3.98)$$

Комерційно доцільна величина всіх витрат ($R^{ком(t)}$), тобто величина витрат, яка не тільки не призведе до збитків, а й дозволить підприємству отримати бажаний прибуток (Φ) (3.99):

$$F^{(t)} = R^{ком(t)} + \Phi = R^{ком(t)} \cdot k_{дох}. \quad (3.99)$$

З формули (3.99) випливає рівність (3.100):

$$\begin{aligned} R^{ком(t)} &= \\ &= \frac{F^{(t)}}{k_{дох}} = \frac{(N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac})}{k_{дох}}. \end{aligned} \quad (3.100)$$

Комерційно доцільна величина постійних витрат ($R_{ном}^{ком(t)}$) визначається за формулою (3.101) або (3.102).

$$\begin{aligned} R_{ном}^{ком(t)} &= N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} - \\ &\quad - N_i^{(t)} \cdot r_i - N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} - \Phi = \\ &= N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i) + N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac}) - \Phi, \end{aligned} \quad (3.101)$$

$$\begin{aligned}
 R_{nocm}^{KOM(t)} &= \frac{N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} - N_i^{(t)} \cdot r_i \cdot k_{\partial ox}}{k_{\partial ox}} - \frac{N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} \cdot k_{\partial ox}}{k_{\partial ox}} = \\
 &= \frac{N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i \cdot k_{\partial ox}) + N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac} \cdot k_{\partial ox})}{k_{\partial ox}}.
 \end{aligned}
 \tag{3.102}$$

Комерційно доцільна величина питомих витрат, що припадають на вантаж i -ої номенклатури ($r_i^{KOM(t)}$) розраховується наступним чином (3.103):

$$\begin{aligned}
 r_i^{KOM(t)} &= \frac{N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}}{N_i} - \frac{N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} + R_{nocm} + \Phi}{N_i} = \\
 &= \frac{N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac}) - R_{nocm} - \Phi}{N_i^{(t)}},
 \end{aligned}
 \tag{3.103}$$

або перетворюється у формулу (3.104).

$$\begin{aligned}
 r_i^{KOM(t)} &= \frac{N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}}{N_i^{(t)} \cdot k_{\partial ox}} - \\
 &- \frac{N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac} \cdot k_{\partial ox} + R_{nocm} \cdot k_{\partial ox}}{N_i^{(t)} \cdot k_{\partial ox}} = \\
 &= \frac{N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac} \cdot k_{\partial ox}) - R_{nocm} \cdot k_{\partial ox}}{N_i^{(t)} \cdot k_{\partial ox}}.
 \end{aligned}
 \tag{3.104}$$

Комерційно доцільна величина питомих витрат, що припадають на одного пасажера ($r_{nac}^{KOM(t)}$) визначається за формулою (3.105).

$$\begin{aligned}
 r_{nac}^{KOM(t)} &= \frac{N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}}{N_{nac}^{(t)}} - \frac{N_i^{(t)} \cdot r_i + R_{nocm} + \Phi}{N_{nac}^{(t)}} = \\
 &= \frac{N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i) + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} - R_{nocm} - \Phi}{N_{nac}^{(t)}},
 \end{aligned}
 \tag{3.105}$$

або має наступний вигляд (3.106):

$$\begin{aligned}
 r_{nac}^{ком(t)} &= \frac{N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}}{N_{nac}^{(t)} \cdot k_{дох}} - \\
 &\quad - \frac{N_i^{(t)} \cdot r_i \cdot k_{дох} + R_{носм} \cdot k_{дох}}{N_{nac}^{(t)} \cdot k_{дох}} = \\
 &= \frac{N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i \cdot k_{дох}) + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac} - R_{носм} \cdot k_{дох}}{N_{nac}^{(t)} \cdot k_{дох}}.
 \end{aligned} \tag{3.106}$$

Слід зазначити, що у всіх випадках (3.90)-(3.106), показники композитного завантаження порома $(N_i^{(t)}, N_{nac}^{(t)})$, незважаючи на достовірну інформацію про їхнє значення, характеризують комерційно доцільні величини, тобто для досягнення прибутку (Φ) необхідно дотримання умов $N_i^{(t)} = N_i^{ком(t)}$ і $N_{nac}^{(t)} = N_{nac}^{ком(t)}$, де $N_i^{ком(t)}$, $N_{nac}^{ком(t)}$ – розрахункові величини. Тобто при наявності достовірної інформації тільки про кількість вантажу $(N_i^{(t)})$, кількість пасажирських квитків на рейс є комерційно доцільною величиною $(N_{nac}^{ком(t)})$ і навпаки.

Нагадаємо, що динамічні показники критичного $(N_i^{kp(t)}; N_{nac}^{kp(t)})$ та комерційно доцільного $(N_i^{ком(t)}; N_{nac}^{ком(t)})$ завантаження вантажопасажирського порома в різні інтервали коригування даних, тобто на кожному кроці t прийняття рішень, набувають різних значень в залежності від інформації, що надійшла, про кількісну комбінацію вантажів $(N_i^{(t)})$ і пасажирів $N_{nac}^{(t)}$ в завантаженні транспортного засобу. Причому, при отриманні нової інформації про кількісну зміну показника $N_i^{(t)}$ на кроці t необхідне коригування значень критичної і комерційно доцільної кількості пасажирів $(N_{nac}^{kp(t)}; N_{nac}^{ком(t)})$ в завантаженні порома.

В свою чергу, зміна даних про заплановану кількість пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$) обумовлює необхідність уточнення значень критичної і комерційно доцільної кількості вантажів ($N_i^{kp(t)}; N_i^{ком(t)}$) в завантаженні судна на кроці t .

Розглянуті вище динамічні показники ($N_i^{kp(t)}; N_{nac}^{kp(t)}; N_i^{ком(t)}; N_{nac}^{ком(t)}$) композитного завантаження вантажопасажирського порома визначаються за формулами (3.61); (3.63); (3.84); (3.86)-(3.88).

У свою чергу, для створення цілісного уявлення про систему показників критичного і комерційно доцільного завантаження вантажопасажирського порома слід уточнити і статичні показники його завантаження ($N_i^{kp(t)}; N_{nac}^{kp(t)}; N_i^{ком(t)}; N_{nac}^{ком(t)}$) тільки вантажами і тільки пасажирями (табл. 3.4). Їх можна встановити виходячи з положень, сформульованих в роботах [124, 126].

В результаті проведеного дослідження виявлено взаємозв'язок між розглянутими і систематизованими вище статичними і динамічними показниками (табл. 3.4), а також фактичними даними про плановані до перевезення вантажі ($N_i^{(t)}$) і пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$), кількість яких уточняється з певною періодичністю t .

Таким чином, область значень критичних завантажень вантажопасажирського порома представляється відрізком в площині обсягів перевезень і задовольняє таким умовам:

– умова критичного завантаження вантажопасажирського порома на кроці t виражається через плановану до перевезення кількість вантажів ($N_i^{(t)}$), статичні показники N_i^{kp} , N_{nac}^{kp} , і динамічний показник $N_{nac}^{kp(t)}$ наступним чином (3.107):

$$\frac{N_i^{(t)}}{N_i^{kp}} + \frac{N_{nac}^{kp(t)}}{N_{nac}^{kp}} = 1 \quad (3.107)$$

(при $N_i^{kp} \neq 0$; $N_{nac}^{kp} \neq 0$);

Таблиця 3.4 – Система статичних та динамічних показників критичного та комерційно доцільного завантаження вантажопасажирського порома

Об'єкт перевезення	Статичні показники завантаження вантажопасажирського порома		Динамічні показники завантаження вантажопасажирського порома	
	критичне завантаження	комерційно доцільне завантаження	критичне завантаження	комерційно доцільне завантаження
Вантажі	$N_i^{kp} = \frac{R_{nocm}}{f_i - r_i}$	$N_i^{ком} = \frac{R_{nocm} + \Phi}{f_i - r_i},$ $N_i^{ком} = \frac{R_{nocm} \cdot k_{дох}}{f_i - r_i \cdot k_{дох}}$	$N_i^{kp(t)} = \frac{R_{nocm}}{f_i - r_i} -$ $- \frac{N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac})}{f_i - r}$	$N_i^{ком(t)} = \frac{R_{nocm} \cdot k_{дох}^{(t)}}{f_i - r_i \cdot k_{дох}^{(t)}} -$ $\frac{N_{nac}^{(t)} \cdot (f_{nac} - r_{nac} \cdot k_{дох}^{(t)})}{f_i - r_i \cdot k_{дох}^{(t)}}$
Пасажири	$N_{nac}^{kp} = \frac{R_{nocm}}{f_{nac} - r_{nac}}$	$N_{nac}^{ком} = \frac{R_{nocm} + \Phi}{f_{nac} - r_{nac}},$ $N_{nac}^{ком} = \frac{R_{nocm} \cdot k_{дох}}{f_{nac} - r_{nac} \cdot k_{дох}}$	$N_{nac}^{kp(t)} = \frac{R_{nocm}}{f_{nac} - r_{nac}} -$ $- \frac{N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i)}{f_{nac} - r_{nac}}$	$N_{nac}^{ком(t)} = \frac{R_{nocm} \cdot k_{дох}^{(t)}}{f_{nac} - r_{nac} \cdot k_{дох}^{(t)}} -$ $- \frac{N_i^{(t)} \cdot (f_i - r_i \cdot k_{дох}^{(t)})}{f_{nac} - r_{nac} \cdot k_{дох}^{(t)}}$

– умова критичного завантаження вантажопасажирського порома на кроці t виражається через плановану до перевезення кількість пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$), статичні показники N_i^{kp} , N_{nac}^{kp} та динамічний показник $N_i^{kp(t)}$ так (3.108):

$$\frac{N_i^{kp(t)}}{N_i^{kp}} + \frac{N_{nac}^{(t)}}{N_{nac}^{kp}} = 1 \quad (3.108)$$

(при $N_i^{kp} \neq 0$; $N_{nac}^{kp} \neq 0$).

Аналогічним чином, область значень комерційно доцільних завантажень вантажопасажирського порома представляється відрізком в площині обсягів перевезень і задовольняє таким умовам (3.109), (3.110):

$$\frac{N_i^{(t)}}{N_i^{ком}} + \frac{N_{nac}^{ком(t)}}{N_{nac}^{ком}} = 1 \quad (3.109)$$

(при $N_i^{ком} \neq 0$; $N_{nac}^{ком} \neq 0$),

$$\frac{N_i^{ком(t)}}{N_i^{ком}} + \frac{N_{nac}^{(t)}}{N_{nac}^{ком}} = 1 \quad (3.110)$$

(при $N_i^{ком} \neq 0$; $N_{nac}^{ком} \neq 0$).

Крім того, слід уточнити, що вищенаведені показники безпосередньо залежать від показників композитного завантаження судна ($N_i^{(t)}, N_{nac}^{(t)}$). Тому доцільним є систематизація результатів організації рейсу ($F^{(t)}, R^{(t)}$), а також їхніх складових показників ($f_i, f_{nac}, R_{ност}, r_i, r_{nac}$) в залежності від композитного завантаження порома ($N_i^{(t)}, N_{nac}^{(t)}$) (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Співвідношення планованих і комерційно доцільних показників в залежності від показників композитного завантаження порома

Співвідношення показників завантаження порома		$\frac{N_i^{(t)}}{N_i^{ком(t)}} > 1$	$\frac{N_{nac}^{(t)}}{N_{nac}^{ком(t)}} > 1$	$\frac{N_i^{(t)}}{N_i^{ком(t)}} = 1$	$\frac{N_{nac}^{(t)}}{N_{nac}^{ком(t)}} = 1$	$\frac{N_i^{(t)}}{N_i^{ком(t)}} < 1$	$\frac{N_{nac}^{(t)}}{N_{nac}^{ком(t)}} < 1$
Показники доходу	Співвідношення показників $F^{ком(t)}$ та $F^{(t)}$	$\frac{F^{(t)}}{F^{ком(t)}} > 1$	$\frac{F^{(t)}}{F^{ком(t)}} = 1$		$\frac{F^{(t)}}{F^{ком(t)}} < 1$		
	Співвідношення показників $f_i^{ком(t)}$ та f_i	$\frac{f_i}{f_i^{ком(t)}} > 1$	$\frac{f_i}{f_i^{ком(t)}} = 1$		$\frac{f_i}{f_i^{ком(t)}} < 1$		
	Співвідношення показників $f_{nac}^{ком(t)}$ та f_{nac}	$\frac{f_{nac}}{f_{nac}^{ком(t)}} > 1$	$\frac{f_{nac}}{f_{nac}^{ком(t)}} = 1$		$\frac{f_{nac}}{f_{nac}^{ком(t)}} < 1$		
Показники витрат	Співвідношення показників $R^{ком(t)}$ та $R^{(t)}$	$\frac{R^{(t)}}{R^{ком(t)}} < 1$	$\frac{R^{(t)}}{R^{ком(t)}} = 1$		$\frac{R^{(t)}}{R^{ком(t)}} > 1$		
	Співвідношення показників $R_{пост}^{ком(t)}$ та $R_{пост}$	$\frac{R_{пост}}{R_{пост}^{ком(t)}} < 1$	$\frac{R_{пост}}{R_{пост}^{ком(t)}} = 1$		$\frac{R_{пост}}{R_{пост}^{ком(t)}} > 1$		
	Співвідношення показників $r_i^{ком(t)}$ та r_i	$\frac{r_i}{r_i^{ком(t)}} < 1$	$\frac{r_i}{r_i^{ком(t)}} = 1$		$\frac{r_i}{r_i^{ком(t)}} > 1$		
	Співвідношення показників $r_{nac}^{ком(t)}$ та r_{nac}	$\frac{r_{nac}}{r_{nac}^{ком(t)}} < 1$	$\frac{r_{nac}}{r_{nac}^{ком(t)}} = 1$		$\frac{r_{nac}}{r_{nac}^{ком(t)}} > 1$		
	Співвідношення показників $F^{(t)}$ та $R^{(t)}$	$\frac{F^{(t)}}{R^{(t)}} > 1$	$\frac{F^{(t)}}{R^{(t)}} > 1$ $F^{(t)} - R^{(t)} = \Phi$		* (3.111)		

$$* \begin{cases} \frac{F^{(t)}}{R^{(t)}} > 1, \text{ при } \frac{N_i^{(t)}}{N_i^{kp(t)}} > 1, \frac{N_{nac}^{(t)}}{N_{nac}^{kp(t)}} > 1, \\ \frac{F^{(t)}}{R^{(t)}} = 1, \text{ при } \frac{N_i^{(t)}}{N_i^{kp(t)}} = 1, \frac{N_{nac}^{(t)}}{N_{nac}^{kp(t)}} = 1, \\ \frac{F^{(t)}}{R^{(t)}} < 1, \text{ при } \frac{N_i^{(t)}}{N_i^{kp(t)}} < 1, \frac{N_{nac}^{(t)}}{N_{nac}^{kp(t)}} < 1. \end{cases} \quad (3.111)$$

Не дивлячись на потужність аналізу беззбитковості як інструменту вирішення багатьох управлінських завдань і доцільність його проведення для визначення критичної величини завантаження порома, слід також відзначити наступне.

Для різних за розміром суден, натуральна величина критичного виробництва продукції транспорту не є об'єктивним показником, особливо з позиції проведення порівняльного аналізу їхньої діяльності, оскільки обсяги перевезень вантажів цими суднами відрізняються. У зв'язку з цим виникає необхідність обґрунтування такого показника, який, незалежно від ТЕХ судна, дозволяє зрозуміти, в якому розмірі можна знизити обсяги надання транспортних послуг (перевезень), щоб робота судна залишалася беззбитковою

Розрахунок даного коефіцієнта пропонується проводити на кожному кроці t уточнення інформації про кількість вантажів, заявлених до перевезення і кількості проданих пасажирських квитків. Коефіцієнт фінансової міцності [159] демонструє долю, на яку можна дозволити знизити обсяг надання транспортної послуги так, щоб підприємство не понесло збитків. Нормативне значення даного показника встановлюється ОПР, в залежності від стану ринку поромних перевезень, наприклад, 10% ($k_i^{\Phi M(t)} \geq 10\%$).

Коефіцієнт фінансової міцності на кожному кроці t прийняття рішень при завантаженні вантажами ($k_i^{\Phi M(t)}$) і пасажирями ($k_{nac}^{\Phi M(t)}$) легко визначається (3.112), (3.113) на підставі положень, сформульованих раніше в даному розділі:

$$k_i^{\Phi M(t)} = \frac{(N_i^{(t)} - N_i^{kp})}{N_i^{(t)}} \cdot 100\% \quad (3.112)$$

(при $N_i^{(t)} \neq 0$),

$$k_{nac}^{\Phi M(t)} = \frac{(N_{nac}^{(t)} - N_{nac}^{kp})}{N_{nac}^{(t)}} \cdot 100\% \quad (3.113)$$

(при $N_{nac}^{(t)} \neq 0$).

Представлені вище аналітичні вирази (3.112), (3.113) можуть бути описані наочно із застосуванням двовимірної системи координат. Так, коефіцієнт фінансової міцності при наданні послуг з перевезення вантажів ($k_i^{\Phi M(t)}$) при постійному значенні N_i^{kp} залежить від кількості перевезених вантажів ($N_i^{(t)}$) (3.112), тобто є функцією відповідного аргументу: $y = f(x)$, $k_i^{\Phi M(t)} = f(N_i^{(t)}) = \frac{(N_i^{(t)} - N_i^{kp})}{N_i^{(t)}} \cdot 100\%$.

Графіком даної функції є крива, що зображується в двовимірному просторі. Отже, при графічній візуалізації задачі визначення коефіцієнта фінансової міцності доцільно використовувати правосторонню двовимірну систему координат (рис. 3.4), утворену взаємно перпендикулярними осями:

- віссю абсцис – OX , яка відповідає в даному випадку осі ON_i ;
- віссю ординат – OY , яка відповідає в даному випадку осі $Ok^{\Phi M}$.

Максимальна величина коефіцієнта для вантажного судна ($k_i^{\Phi M(\max)}$) досягається при максимальній кількості вантажів ($N_i^{\max}$) на його борту, які, в свою чергу, лімітуються технічними характеристиками судна (див. п. 3.1).

Кожна точка кривої виражає долю, на яку можна скоротити обсяг надання послуг з транспортування вантажів, щоб при цьому підприємство не понесло збитків. Тобто, при скороченні обсягу вантажів, що перевозяться на величину рівну $k_i^{\Phi \Pi} \cdot N_i$ підприємство отримає прибуток від перевезення вантажів рівну нулю

($\Phi_i = 0$). При $N_i = N_i^{kp}$ коефіцієнт фінансової міцності набуває значення, що рівне 0: $k_i^{\Phi\Pi} = 0$.

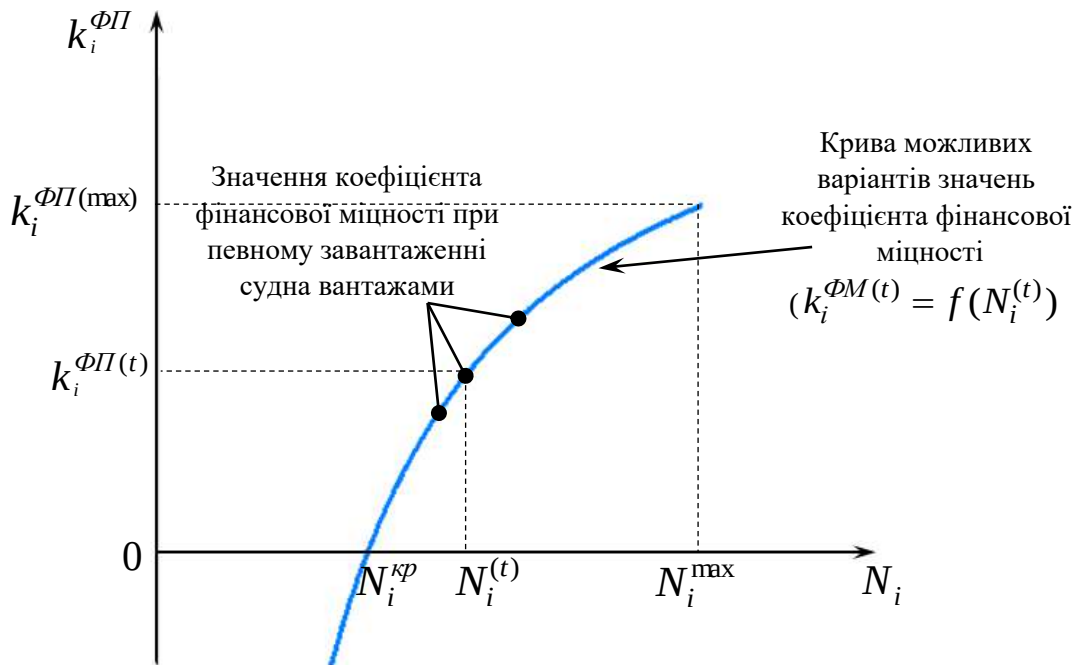


Рисунок 3.4 – Коефіцієнт фінансової міцності при транспортуванні вантажів, який визначається через кількість вантажів, %

Аналогічні міркування можна провести і щодо коефіцієнта фінансової міцності при перевезенні пасажирів ($k_{nac}^{\Phi M}$), який є функцією від N_{nac} (рис. 3.5).

Кожна точка кривої, що представлена на рис. 3.5 виражає частку, на яку можна скоротити обсяг надання послуг з перевезення пасажирів, щоб при цьому підприємство не понесло збитків. Тобто, при скороченні проданих квитків на величину рівну $k_{nac}^{\Phi M(t)} \cdot N_{nac}^{(t)}$ підприємство отримає прибуток від продажу квитків рівну нулю ($\Phi_{nac} = 0$). При $N_{nac} = N_{nac}^{kp}$ запас фінансової міцності також дорівнює 0: $k_{nac}^{\Phi M} = 0$.

Однак, наведені формули розрахунку показників (3.112), (3.113), так само, як і їхня графічна інтерпретація (див. рис. 3.4, 3.5), не враховують можливості одночасного розміщення на судні вантажів і пасажирів. Отже, коефіцієнт фінансової

міцності при аналізі беззбитковості виробничої діяльності поромного оператора залежить одночасно і від кількості вантажів, що транспортуються, і від кількості пасажирів, які перевозяться.

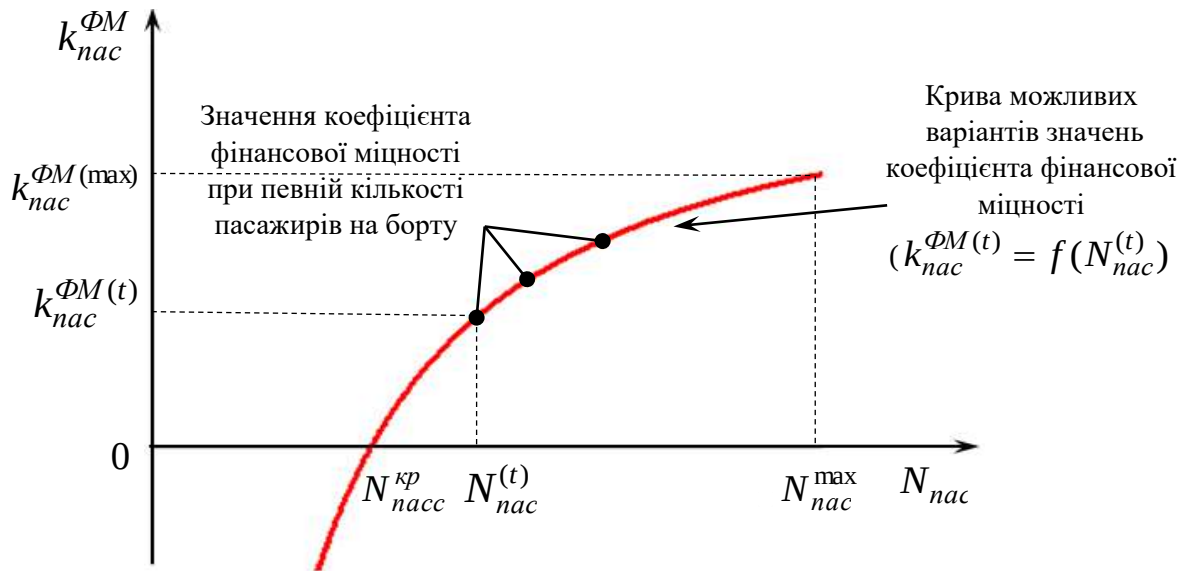


Рисунок 3.5 – Коефіцієнт фінансової міцності при перевезенні пасажирів, який визначається через кількість проданих квитків, %

Варто зазначити, що показники завантаження судна вантажами (N_i) і пасажирями (N_{nac}) несумірні, так як в першому випадку показник N_i вимірюється в одиницях (штуках, рідше в метричних тоннах і кубічних метрах) і-ої номенклатури вантажу, а в іншому випадку (N_{nac}) – в кількості пасажирів. Тому, коефіцієнт фінансової міцності, що враховує композитне завантаження судна, пропонується розраховувати через величину доходу, яка при завантаженні порома і вантажами, і пасажирями вимірюється в одних одиницях.

Таким чином, формула розрахунку коефіцієнта фінансової міцності при аналізі беззбитковості виробничої діяльності підприємства, яке функціонує в сфері поромних перевезень, можна представити таким чином (3.114).

$$k^{\Phi M} = \frac{F^{(t)} - F^{kp(t)}}{F^{(t)}} \cdot 100\% \quad (3.114)$$

(при $F^{(t)} \neq 0$)

Разом з цим, варто зазначити, що дохід ($F^{(t)}$) залежить від кількості вантажів ($N_i^{(t)}$) і пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$), що планується до транспортування на кожному кроці t , так само як і критична величина доходу ($F^{kp(t)}$). Таким чином формулу (3.114) можна представити у наступному вигляді (3.115) виходячи з положень, сформульованих вище.

$$k^{\Phi M(t)} = \frac{((N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac}) - (R_{nocm} + N_i^{(t)} \cdot r_i + N_{nac}^{(t)} \cdot r_{nac}))}{(N_i^{(t)} \cdot f_i + N_{nac}^{(t)} \cdot f_{nac})} \cdot 100\% \quad (3.115)$$

Отже, коефіцієнт фінансової міцності виражається функцією двох аргументів: $k^{\Phi M(t)} = f(N_i^{(t)}, N_{nac}^{(t)})$. Графіком цієї функції є поверхня, яку зображено в тривимірному просторі. Тому, при графічній візуалізації задачі обґрунтування критичного завантаження вантажопасажирського порома доцільно використовувати правосторонню тривимірну систему координат (рис. 3.6), утворену взаємно перпендикулярними осями:

- віссю абсцис – OX , яка відповідає в даному випадку осі ON_i ;
- віссю ординат – OY , яка відповідає в даному випадку осі $k^{\Phi M}$;
- віссю аплікату – OZ , яка відповідає в даному випадку осі ON_{nac} .

Тривимірний візуальний аналіз графіка (див. рис. 3.6) дозволяє наочно побачити, що беззбиткове завантаження порома, тобто завантаження при нульовому коефіцієнті фінансової міцності, позначається відрізком AB , за яким перетинаються поверхня, яка задана функцією $k^{\Phi M(t)} = f(N_i^{(t)}; N_{nac}^{(t)})$ з площиною, яка утворена осями $0; N_i$ та $0; N_{nac}$. Це означає, що беззбиткове завантаження

вантажопасажирського порома може мати безліч варіантів, кожен з яких відображається певною точкою, що лежить на відрізку AB (див. рис. 3.6).

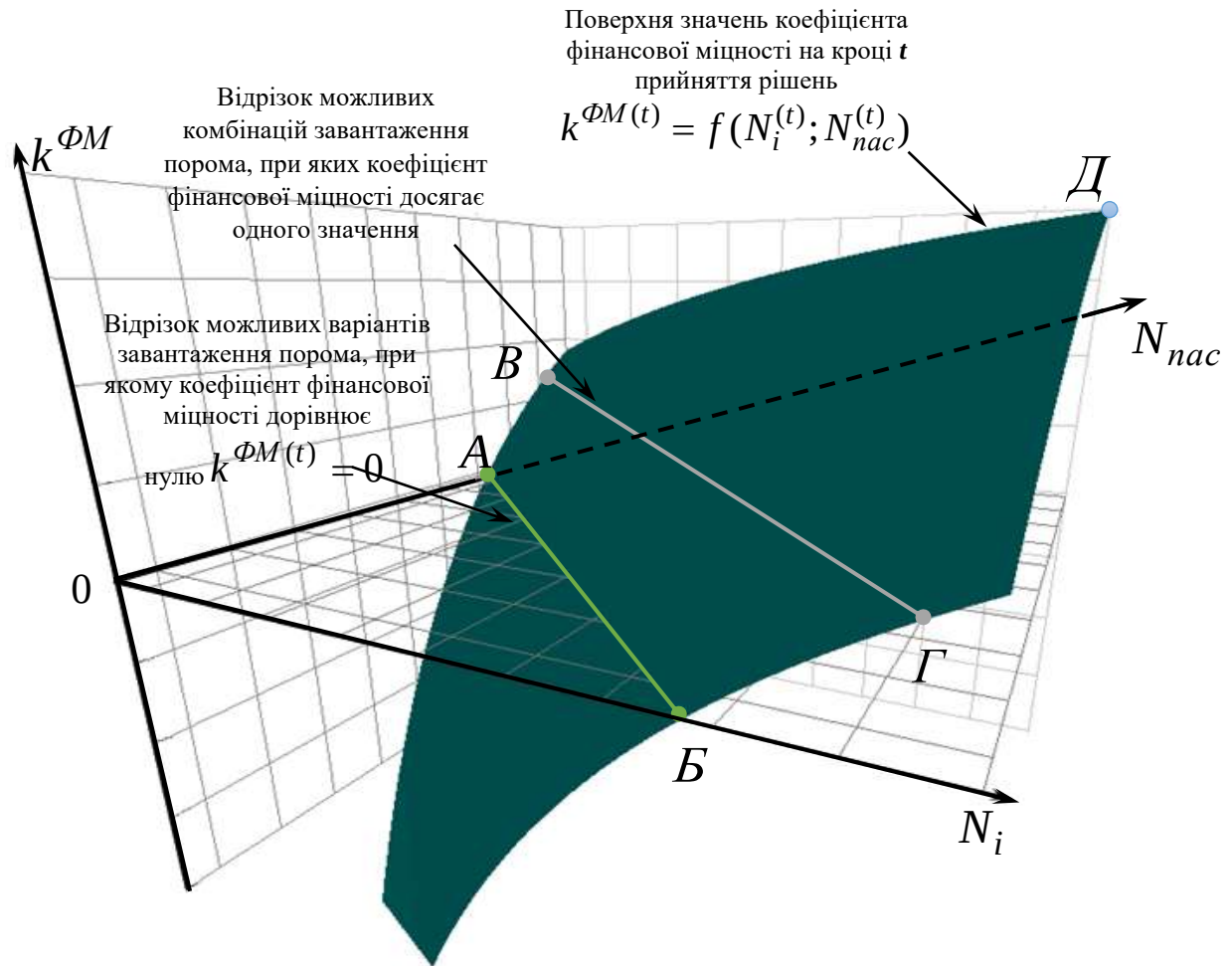


Рисунок 3.6 – Графічна візуалізація задачі визначення коефіцієнта фінансової міцності вантажопасажирського порому

Місце положення кожної такої точки залежить від кількісного співвідношення параметрів $N_i^{(t)}$ і $N_{nac}^{(t)}$ на кроці t прийняття рішень. Іншими словами, точка, що лежить на цьому відрізку і відображає значення критичного завантаження вантажопасажирського порома, переміщається по відрізку в залежності від кроку t прийняття рішень і кількісної комбінації вантажів ($N_i^{(t)}$) і пасажирів ($N_{nac}^{(t)}$) в завантаженні порома.

Будь-яка точка в тривимірному просторі, як відомо, має координати $(X; Y; Z)$. В даному випадку (рис. 3.6) кожна точка коефіцієнта фінансової міцності при

завантаженні порома одночасно вантажами і пасажирями на кроці t прийняття рішень характеризується координатами $(N_i^{(t)}; k^{\Phi M(t)}; N_{nac}^{(t)})$ і належить поверхні, що виражена функцією $f(N_i^{(t)}; N_{nac}^{(t)})$. Очевидно, що, як і у випадку з беззбитковим завантаженням порома [28], коефіцієнт фінансової міцності може досягати одного і того ж значення, при різних комбінаціях вантажів $(N_i^{(t)})$ і пасажирів $(N_{nac}^{(t)})$ в завантаженні порома. Для кожного значення $k^{\Phi M(t)}$ таку комбінацію графічно можна представити у вигляді відрізка $B\Gamma$ (рис. 3.6), що відповідає одночасно таким умовам:

- відрізок $B\Gamma$ паралельний площині, яку утворено осями $0; N_i$ і $0; N_{nac}$ ($B\Gamma \parallel 0N_i N_{nac}$);
- відрізок $B\Gamma$ належить поверхні, яку утворено функцією $f(N_i^{(t)}; N_{nac}^{(t)})$ ($B\Gamma \in f(N_i^{(t)}; N_{nac}^{(t)})$).

Максимального значення коефіцієнт фінансової міцності досягає в точці D (див. рис. 3.6) з координатами $(N_i^{\max}; k^{\Phi M(\max)}; N_{nac}^{\max})$.

Використання запропонованих теоретичних і методичних положень у виробничій діяльності СК при реалізації функції аналізу роботи вантажопасажирського порома, а також графічна візуалізація результатів такого аналізу дозволяють:

- визначати значення коефіцієнта фінансової міцності на кожному кроці t прийняття рішень з урахуванням оновлення інформації про кількість вантажів, заявлених до перевезення $(N_i^{(t)})$ і про кількість проданих квитків $(N_{nac}^{(t)})$;
- обґрунтовувати можливі (типові) варіанти завантаження поромів вантажами $(N_i^{(t)})$ і пасажирями $(N_{nac}^{(t)})$, при яких досягається встановлене ОПР нормативне (наприклад, 10%) значення коефіцієнта фінансової міцності;

– виявляти можливі варіанти критичного завантаження поромів вантажами ($N_i^{(t)}$) і пасажирями ($N_{пас}^{(t)}$), при яких коефіцієнт фінансової міцності дорівнює 0.

Облік отриманих результатів аналізу при управлінні роботою поромів дозволяє приймати рішення, які пов'язано:

- з визначенням кількості вантажів та/або пасажирів, які необхідно залучити до перевезень;
- із встановленням частки, на яку можна знизити обсяг надання транспортних послуг з перевезення вантажів і пасажирів;
- з обґрунтуванням розміру знижки з тарифу на перевезення вантажів і, відповідно, визначенням суми, на яку можна знизити вартість пасажирського квитка, щоб підприємство, яке функціонує в сфері поромних перевезень, отримало прибуток, а в разі несприятливої ринкової ситуації, не понесло збитків.

Таким чином, практична реалізація запропонованої методики сприяє прийняттю рішень щодо обґрунтування доцільності:

- перевезення вантажів, кількість яких менше, ніж виробничі можливості судна;
- надання знижок власникам вантажу та/або зниження тарифів;
- включення порту до переліку основних при проектуванні нової судноплавної лінії;
- заходу судна в факультативний порт діючої лінії тощо.

Розроблені методичні положення впроваджено у виробничу діяльність СК «Укрферрі» при експлуатації судна «VILNIUS SEAWAYS», яке функціонує на лінії Чорноморськ-Хайдарпаша». В результаті вдалося збільшити фінансовий результат від експлуатації судна на 2,37% (див. Додаток Е).

Експериментальні дослідження показників критичної та комерційно доцільної роботи вантажопасажирського порома, а також показника фінансової міцності, наведено у додатках (Додатки Ш, Щ, Ю).

3.3 Обґрунтування вибору судна з урахуванням вимог ринку морських вантажопасажирських перевезень

Як раніше вказувалося (див. п. 2.2) забезпечення сталості СК в цілому досягається за рахунок підтримки в динамічній рівновазі кожної її системи окремо. У цьому контексті, розглядаючи систему «флот СК» (в цю систему входять як власні, так і орендовані судна компанії), слід говорити про параметри суден, технічні характеристики яких повинні відповідати ринку, на якому судна функціонують [31].

Відштовхуючись від економічної теорії можна говорити про рівновагу на ринку морських перевезень, якщо пропозиція тоннажу на ринку дорівнює попиту на тоннаж з боку вантажовласників та/або пасажирів. Однак, досягти такої рівноваги в довгостроковому періоді не представляється можливим, оскільки від рейсу до рейсу кількість вантажів і пасажирів, як правило, коливається, судно або не завантажується повністю, або залишаються клієнти, попит на перевезення яких не задоволено. «Рівність» попиту і пропозиції, в математичному розумінні цього слова, можливо досягти лише в окремий момент часу, така рівність відповідає статичній рівновазі (див. п. 2.2). Динамічна ж рівновага не передбачає рівність попиту і пропозиції в кожен момент часу (наприклад, в кожному рейсі), при цьому СК продовжує нормально і стабільно функціонувати. В цьому випадку можна говорити, що характеристики судна (суден), що експлуатується, є рівноважним, оскільки сприяють досягненню динамічної рівноваги на ринку. Виробничі можливості флоту повинні бути спрямовані на повне задоволення сформованого попиту, з метою запобігання появи конкурентів на ринку і підвищення ефективності СК. При цьому, важливо відзначити, що в разі неповного завантаження судна, слід попередити перевищення витрат СК від перевезення над її доходами. Це можливо за рахунок будівництва судна, відповідного попиту. Однак, процедура будівництва – досить тривала і капіталомістка. За час будівництва судна ситуація на ринку може значно змінитися, в тому числі конкуренти можуть перейняти на себе лінію з

незадоволеним попитом на перевезення. Таким чином, поромному оператору, вигідніше придбати існуюче судно, або, враховуючи мінливість ринку, зафрахтувати судно (наприклад, на умовах тайм-чартеру). У цьому випадку, перед СК в особі керівництва стоїть складне завдання з вибору «нового судна», так щоб компанія залишалася сталою. Таким чином, вибір судна для експлуатації на тому чи іншому напрямку є одним із першочергових завдань, яке ставиться перед СК для забезпечення її нормальної і стабільної роботи.

У п. 1.3 зазначалося, що існуючі на сьогоднішній день методики з обґрунтування вибору судна спрямовані, в основному, на трампове судноплавство. Велика частина з наявних методик є трудомісткими і вимагають значних витрат часу, що є небажаним при організації регулярних ліній на невеликі відстані, такі як поромні перевезення, коли потрібно негайне прийняття рішення. Крім того, розглянуті в п. 1.3 методики не враховують мінливості і волатильності ринкової кон'юнктури протягом усього часу функціонування судна на заданому напрямку. Крім того, що стосується поромних перевезень, то відповідність судна ринку не обмежується лише показником вантажопід'ємності судна (як, наприклад, для балкера), що пояснюється багатомітенклатурністю перевезених вантажів і можливістю перевезення пасажирів, які мають різні цілі свого переміщення поромом (див. п. 2.1).

В умовах неповноти, неточності інформації побудова точної математичної моделі виявляється проблематичною. З іншого боку, створення моделі складних, об'єктів, які погано формалізуються, стає важкоздійснюваним. У таких випадках найбільш ефективними є нечіткі методи моделювання, які в значній мірі засновані на знаннях експертів, на підставі яких можуть бути отримані позитивні результати [160]. Функціонування судна на лінії також можна віднести до складних процесів, в зв'язку з чим обґрунтування вибору судна для експлуатації на лінії можна здійснити методом нечіткого логічного висновку.

Процес нечіткого висновку являє собою деяку процедуру або алгоритм отримання нечітких висновків на основі нечітких умов або передумов з

використанням понять нечіткої логіки [161]. Одним з перших є алгоритм Мамдані, який знайшов застосування в системах нечіткого виведення. Його було запропоновано в 1975 р. англійським математиком Е. Мамдані (Ebrahim Mamdani) в якості методу для управління паровим двигуном.

Формально алгоритм Мамдані може бути визначено таким чином [162].

1. Формування бази правил системи нечіткого виведення: система нечітких продукційних правил, що відображає знання експертів про методи управління об'єктом в різних ситуаціях, характер його функціонування в різних умовах, тобто містить формалізовані людські знання.

2. Фазифікація вхідних змінних: встановлення відповідності між чисельним значенням вхідної змінної системи нечіткого виведення і значенням функції приналежності відповідного їй терма лінгвістичної змінної.

3. Агрегування: процедура визначення ступеня істинності умов за кожним з правил системи нечіткого виведення.

4. Активізація підвисновків в нечітких правилах: процедура або процес знаходження ступеня істинності кожного з елементарних логічних висловлювань (підвисновків).

5. Акумуляція висновків нечітких правил: процес знаходження функції приналежності для кожної з вихідних лінгвістичних змінних.

6. Дефазифікація вихідних змінних: процес переходу від функції приналежності вихідної лінгвістичної змінної до її чіткого (числового) значення. Традиційно використовується метод центру тяжіння або метод центру площі.

Для наочного представлення результатів використання даного методу, формалізуємо рішення задачі обґрунтування вибору порома на прикладі вантажопасажирської лінії Чорноморськ-Батумі-Чорноморськ, на якій сьогодні експлуатує свої судна СК «Укрферрі».

На попередньому етапі [162] сформуємо систему вхідних і вихідних змінних [163]. Беручи до уваги специфічні особливості поромів і їхнє широке розмаїття [31], в якості вхідних змінних приймемо показники, що враховують потреби сучасного

ринку, так як саме вони, в першу чергу, визначають доцільність експлуатації судна на заданому напрямку. Крім того, передбачається, що альтернативи (судна з яких здійснюється вибір), які однозначно не відповідають за будь-яким показником (осадка, довжина судна тощо) не подаються до розгляду і порівнянню.

Таким чином, введемо такі вхідні $X = \{N_B, N_A, N_{II}, N_I\}$ і вихідні $Y = \{L\}$ лінгвістичні змінні, де: N_B – «вагономісткість», ваг; N_A – «автомобілемісткість», автомобілів; N_{II} – «пасажиромісткість», осіб; N_I – «розвиненість пасажирської інфраструктури», %; L – «ступінь відповідності заданій лінії».

Визначення значення для кожної змінної (терми) $T(X)$ та $T(Y)$:

– $T(N_B) = \{A_B^M; A_B^C; A_B^E\}$, де A_B^M – «мала вагономісткість», A_B^C – «середня вагономісткість», A_B^E – «велика вагономісткість»;

– $T(N_A) = \{A_A^M; A_A^C; A_A^E\}$, де A_A^M – «мала автомобілемісткість», A_A^C – «середня автомобілемісткість», A_A^E – «велика автомобілемісткість»;

– $T(N_{II}) = \{A_{II}^M; A_{II}^C; A_{II}^E\}$, де A_{II}^M – «мала пасажиромісткість», A_{II}^C – «середня пасажиромісткість», A_{II}^E – «велика пасажиромісткість»;

– $T(N_I) = \{A_I^n; A_I^c; A_I^o\}$, де A_I^n – «погано розвинута», A_I^c – «середньо розвинута», A_I^o – «добре розвинута»;

– $T(L) = \{A_L^H; A_L^C; A_L^E\}$, де A_L^H – «низький ступінь відповідності лінії», A_L^C – «середній ступінь відповідності лінії», A_L^E – «високий ступінь відповідності лінії».

Використовуючи експертний метод, засобами Microsoft Office Excel (рис. 3.7-3.11) побудуємо функції приналежності для кожного вхідного (рис. 3.7-3.10) та вихідного (рис. 3.11) параметрів, які представляють собою трапецієподібні терми. Їхні основні значення представлено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Характеристика функцій приналежності параметрів

Параметр	Функція приналежності	Значення вершин трапеції
1	2	3
Вагономісткість ($N_B 0 < N_B < 140$)	Мала вагономісткість (A_g^M)	[0, 0, 40, 60]
	Середня вагономісткість (A_g^C)	[40, 60, 100, 120]
	Велика вагономісткість (A_g^B)	[100, 120, 140, 140]
Автомобілемісткість ($N_A 0 < N_A < 560$)	Мала автомобілемісткість (A_a^M)	[0, 0, 160, 300]
	Середня автомобілемісткість (A_a^C)	[160, 300, 450, 500]
	Велика автомобілемісткість (A_a^B)	[450, 500, 560, 560]
Пасажиromісткість ($N_{II} 12 < N_{II} < 2500$)	Мала пасажиромісткість (A_n^M)	[0, 12, 50, 250]
	Середня пасажиромісткість (A_n^C)	[150, 250, 500, 1000]
	Велика пасажиромісткість (A_n^B)	[500, 1000, 2500, 2500]
Розвиненість пасажирської інфраструктури ($N_I 0 < N_I < 100$)	Погано розвинена (A_i^n)	[0, 0, 25, 50]
	Середньо розвинена (A_i^C)	[25, 50, 50, 75]
	Добре розвинена (A_i^B)	[50, 75, 100, 100]
Ступінь відповідності заданій лінії ($L 0 < L < 100$)	Низький ступінь відповідності лінії (A_l^H)	[0, 0, 25, 50]
	Середній ступінь відповідності лінії (A_l^C)	[25, 50, 50, 75]
	Високий ступінь відповідності лінії (A_l^B)	[50, 75, 100, 100]

Функції приналежності, в даному випадку, відображають ступінь приналежності кожного члена простору міркування (кожної змінної) до даної нечіткої множини (терма цієї змінної).

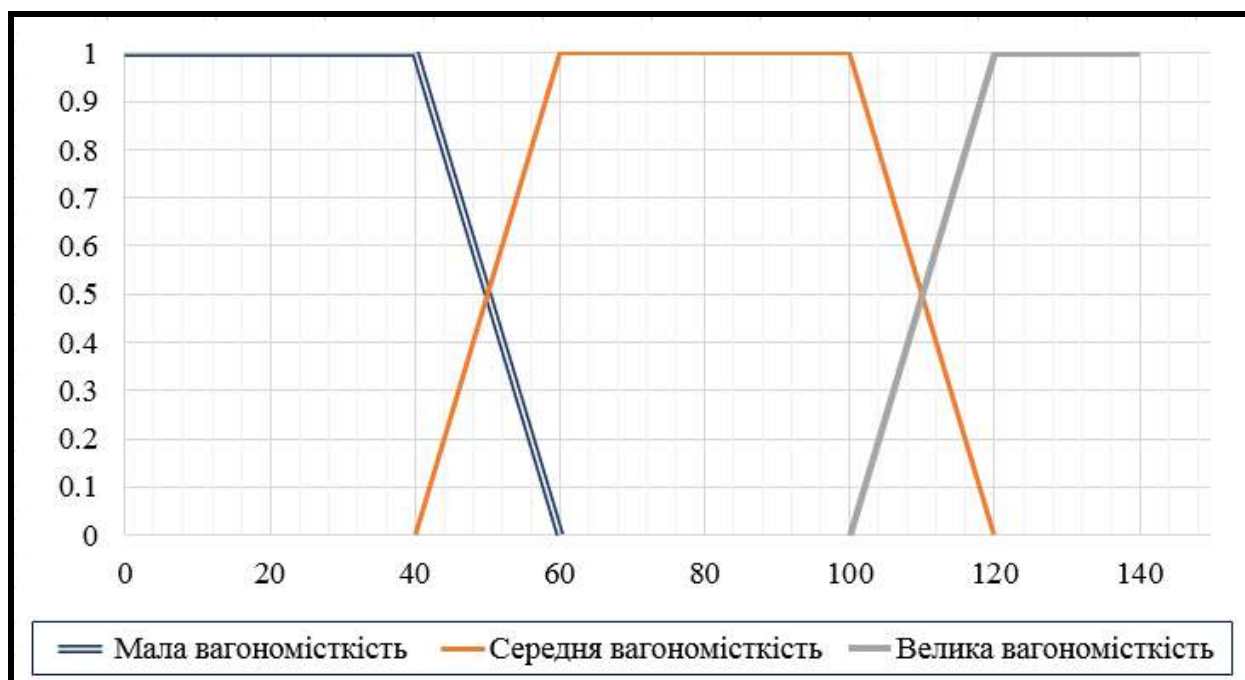


Рисунок 3.7 – Функція приналежності для вхідного параметра «вагономісткість»

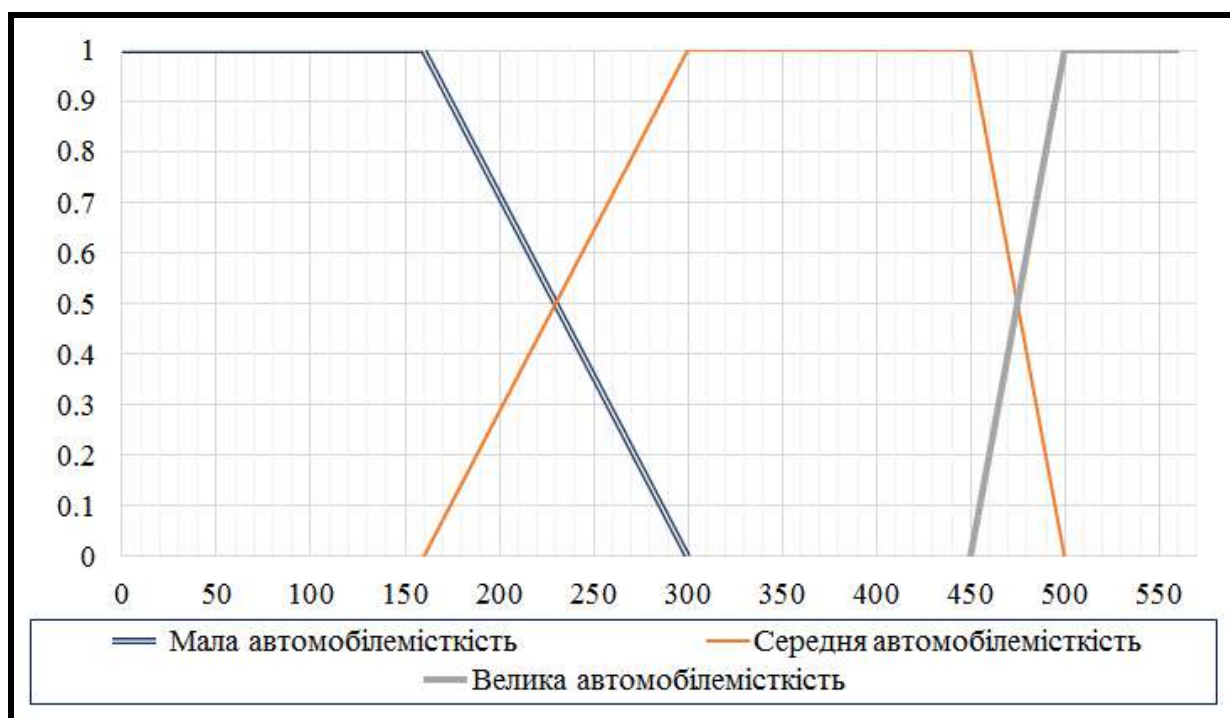


Рисунок 3.8 – Функція приналежності для вхідного параметра «автомобілемісткість»

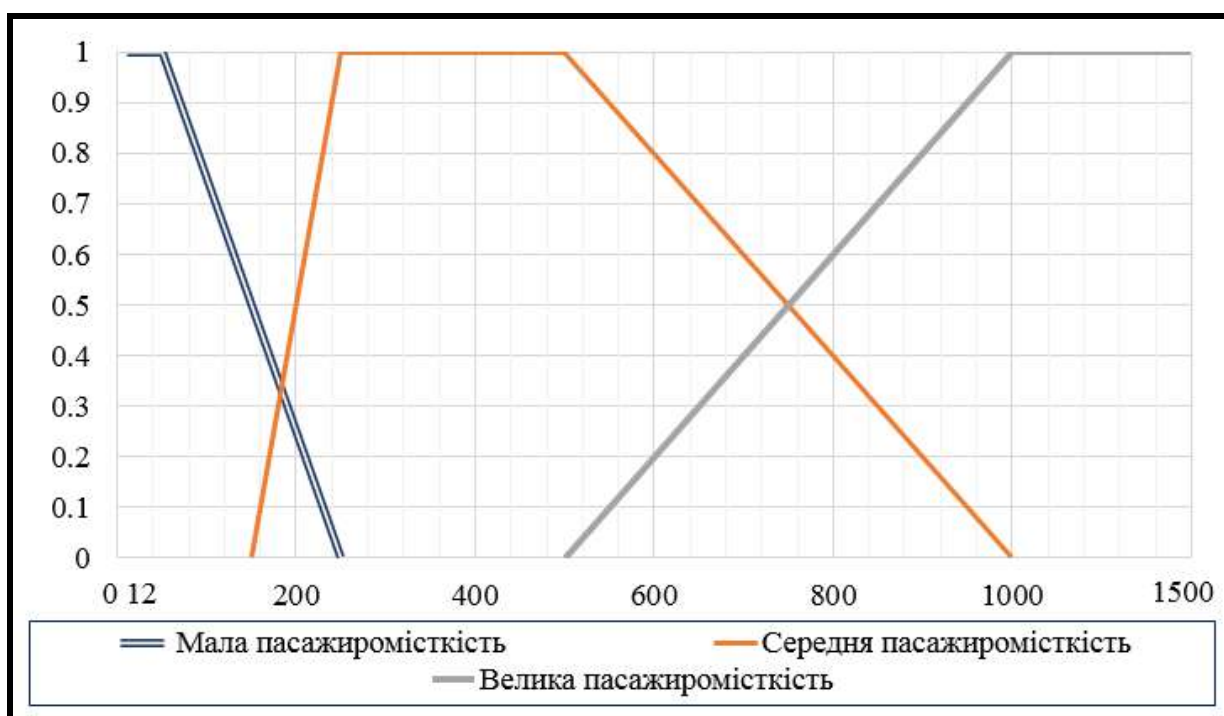


Рисунок 3.9 – Функція приналежності для вхідного параметра «пасажиромісткість»

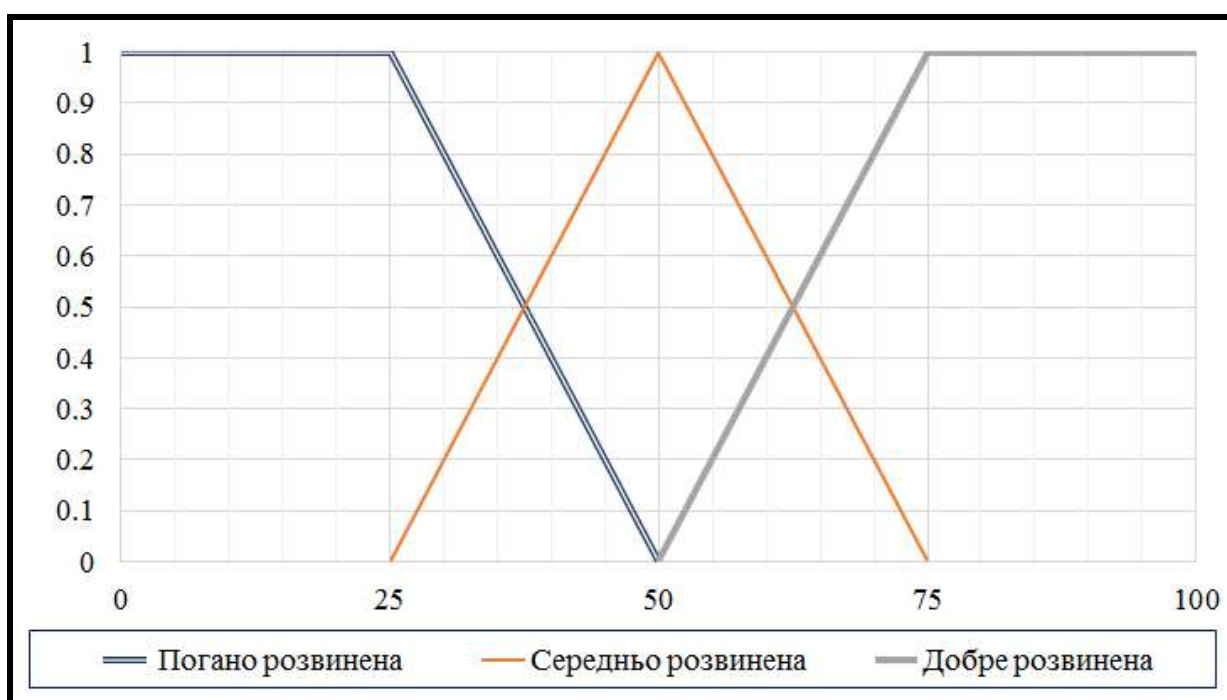


Рисунок 3.10 – Функція приналежності для вхідного параметра «розвиненість пасажирської інфраструктури»

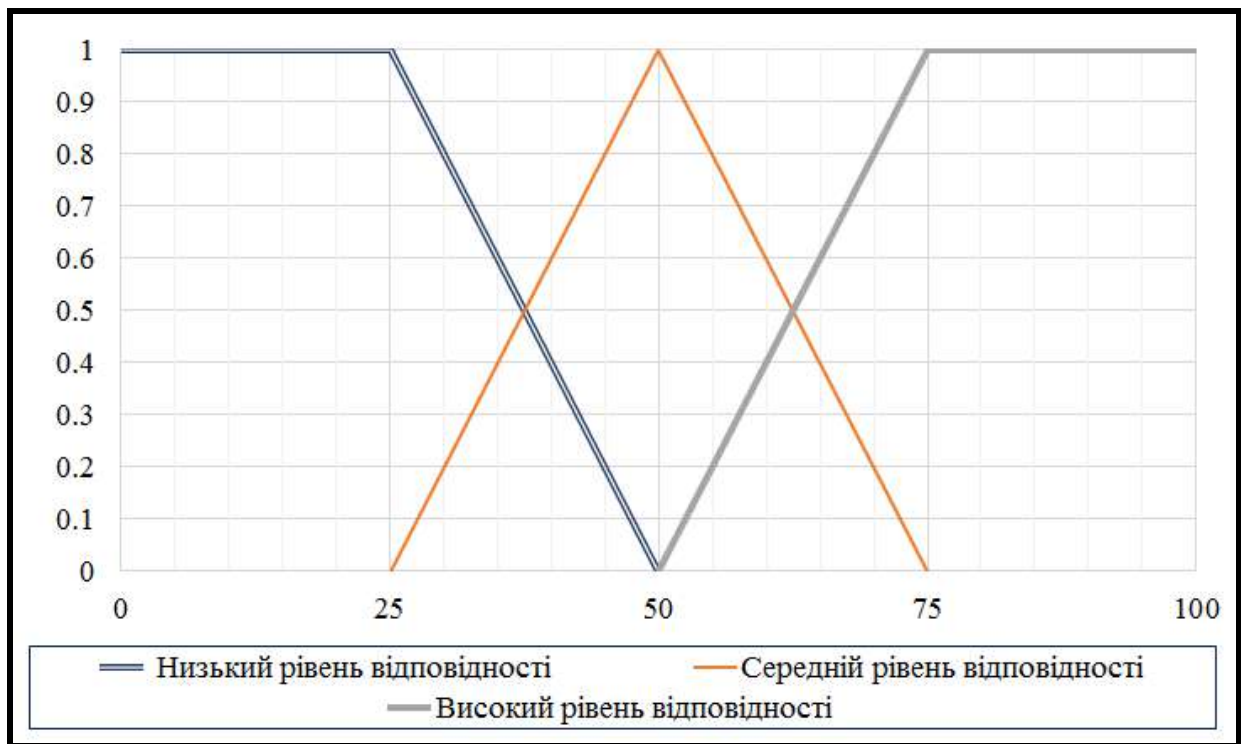


Рисунок 3.11 – Функція приналежності для вихідного параметра «ступінь відповідності лінії»

На першому етапі, відповідно до методики [162], сформуємо базу правил системи нечіткого висновку, засновану на досвіді фахівців, які беруть участь у виборі судна:

Π_1 : якщо $N_B = A_6^e$ и $N_A = A_a^M$ и $N_{II} = A_n^c$ и $N_I = A_i^c$, то $L = A_n^e$;

Π_2 : якщо $N_B = A_6^e$ и $N_A = A_a^M$ и $N_{II} = A_n^c$ и $N_I = A_i^\delta$, то $L = A_n^e$;

Π_3 : якщо $N_B = A_6^c$ и $N_A = A_a^M$ и $N_{II} = A_n^c$ и $N_I = A_i^c$, то $L = A_n^e$;

Π_4 : якщо $N_B = A_6^c$ и $N_A = A_a^M$ и $N_{II} = A_n^c$ и $N_I = A_i^\delta$, то $L = A_n^e$;

Π_5 : якщо $N_B = A_6^M$ и $N_A = A_a^c$ и $N_{II} = A_n^c$ и $N_I = A_i^c$, то $L = A_n^c$;

Π_6 : якщо $N_B = A_6^M$ и $N_A = A_a^c$ и $N_{II} = A_n^c$ и $N_I = A_i^\delta$, то $L = A_n^c$;

Π_7 : якщо $N_B = A_6^M$ и $N_A = A_a^M$ и $N_{II} = A_n^c$ и $N_I = A_i^c$, то $L = A_n^c$;

Π_8 : якщо $N_B = A_6^M$ и $N_A = A_a^M$ и $N_{II} = A_n^c$ и $N_I = A_i^\delta$, то $L = A_n^c$;

Π_9 : якщо $N_B = A_6^M$ и $N_A = A_a^e$ и $N_{II} = A_n^\delta$ и $N_I = A_i^\delta$, то $L = A_n^H$;

Π_{10} : якщо $N_B = A_e^M$ и $N_A = A_a^s$ и $N_{II} = A_n^M$ и $N_I = A_i^o$, то $L = A_n^H$;

Π_{11} : якщо $N_B = A_e^M$ и $N_A = A_a^s$ и $N_{II} = A_n^o$ и $N_I = A_i^c$, то $L = A_n^H$;

Π_{12} : якщо $N_B = A_e^M$ и $N_A = A_a^s$ и $N_{II} = A_n^M$ и $N_I = A_i^c$, то $L = A_n^H$;

Π_{13} : якщо $N_B = A_e^M$ и $N_A = A_a^s$ и $N_{II} = A_n^o$ и $N_I = A_i^n$, то $L = A_n^H$;

Π_{14} : якщо $N_B = A_e^M$ и $N_A = A_a^s$ и $N_{II} = A_n^M$ и $N_I = A_i^n$, то $L = A_n^H$;

Π_{15} : якщо $N_B = A_e^M$ и $N_A = A_a^s$ и $N_{II} = A_n^c$ и $N_I = A_i^n$, то $L = A_n^H$.

На другому етапі (етап фазифікації [162]) встановимо відповідності між чисельним значенням вхідних змінних системи нечіткого висновку і значенням функції приналежності відповідного їй терма лінгвістичної змінної.

В якості чисельних значень вхідних змінних приймаються відповідні показники поромів, з яких робиться вибір. Для прикладу зробимо фазифікацію для судна «GREIFSWALD», що знаходиться в оперуванні СК «Укрферрі» і має такі параметри:

- вагомісткість: 70 вагонів;
- автомобілісткість: 100 вантажних автомобілів;
- пасажиромісткість: 150 осіб;
- розвиненість пасажирської інфраструктури: 45%.

Використовуючи вищенаведені функції приналежності (рис. 3.7-3.10) отримаємо ступені істинності елементарних нечітких висловлювань:

- «мала вагомісткість» – 0; «середня вагомісткість» – 1; «велика вагомісткість» – 0;
- «мала автомобілісткість» – 1; «середня автомобілісткість» – 0; «велика автомобілісткість» – 0;
- «мала пасажиромісткість» – 0,45; «середня пасажиромісткість» – 0; «велика пасажиромісткість» – 0;

– «погано розвинена пасажирська інфраструктура» – 0,28; «середньо розвинена пасажирська інфраструктура» – 0,7; «добре розвинена пасажирська інфраструктура» – 0.

На третьому етапі (етап агрегування [162]), визначимо ступінь істинності умов по кожному з 15 правил системи нечіткого висновку:

- для правила №1 ступінь істинності $\min\{0; 1; 0,45; 0,7\}=0$;
- для правила №2 ступінь істинності $\min\{0; 1; 0,45; 0\}=0$;
- для правила №3 ступінь істинності $\min\{1; 1; 0,45; 0,7\}=0,45$;
- для правила №4 ступінь істинності $\min\{1; 1; 0,45; 0\}=0$;
- для правила №5 ступінь істинності $\min\{0,5; 1; 0,45; 0,7\}=0,45$;
- для правила №6 ступінь істинності $\min\{0,5; 1; 0,45; 0,7\}=0,45$;
- для правила №7 ступінь істинності $\min\{0; 1; 0; 0,7\}=0$;
- для правила №8 ступінь істинності $\min\{0; 1; 0; 0\}=0$;
- для правила №9 ступінь істинності $\min\{0; 0; 0; 0\}=0$;
- для правила №10 ступінь істинності $\min\{0; 0; 0,45; 0\}=0$;
- для правила №11 ступінь істинності $\min\{0; 0; 0; 0,7\}=0$;
- для правила №12 ступінь істинності $\min\{0; 0; 0,45; 0,7\}=0$;
- для правила №13 ступінь істинності $\min\{0; 0; 0; 0,28\}=0$;
- для правила №14 ступінь істинності $\min\{0; 0; 0,45; 0,28\}=0$;
- для правила №15 ступінь істинності $\min\{0; 0; 0; 0,28\}=0$.

На наступному етапі (етап активації [162]) знаходяться ступені істинності кожного з елементарних логічних висловлювань (рис. 3.12).

На п'ятому етапі (етап акумуляції [162]) знаходиться функція приналежності для вихідної лінгвістичної змінної «рівень відповідності лінії», яка відповідає функції приналежності рівня відповідності аналізованого порома «GREIFSWALD» щодо розглянутої лінії (рис. 3.13).

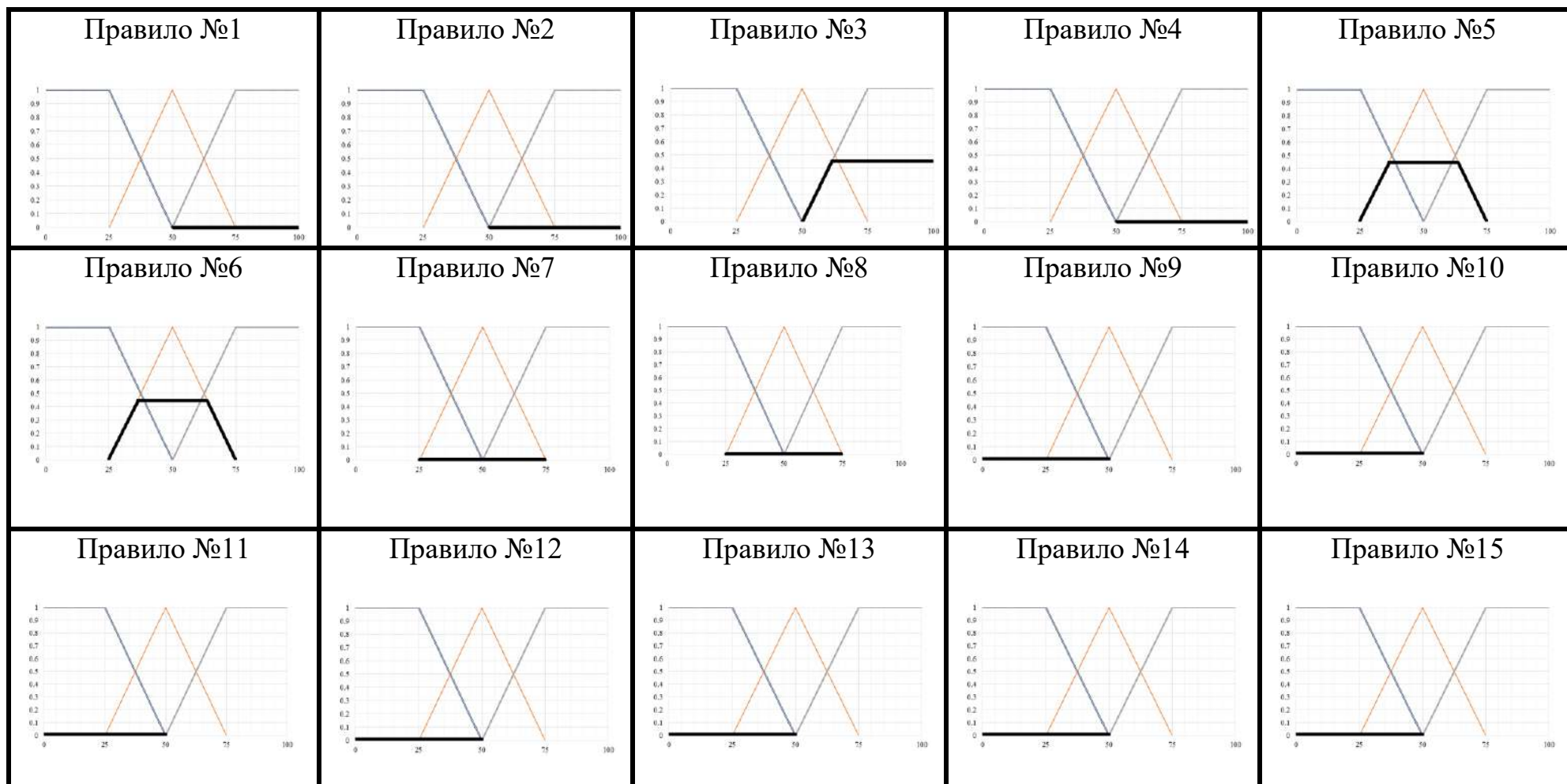


Рисунок 3.12 – Активація всіх підвисновків правил системи нечіткого висновку

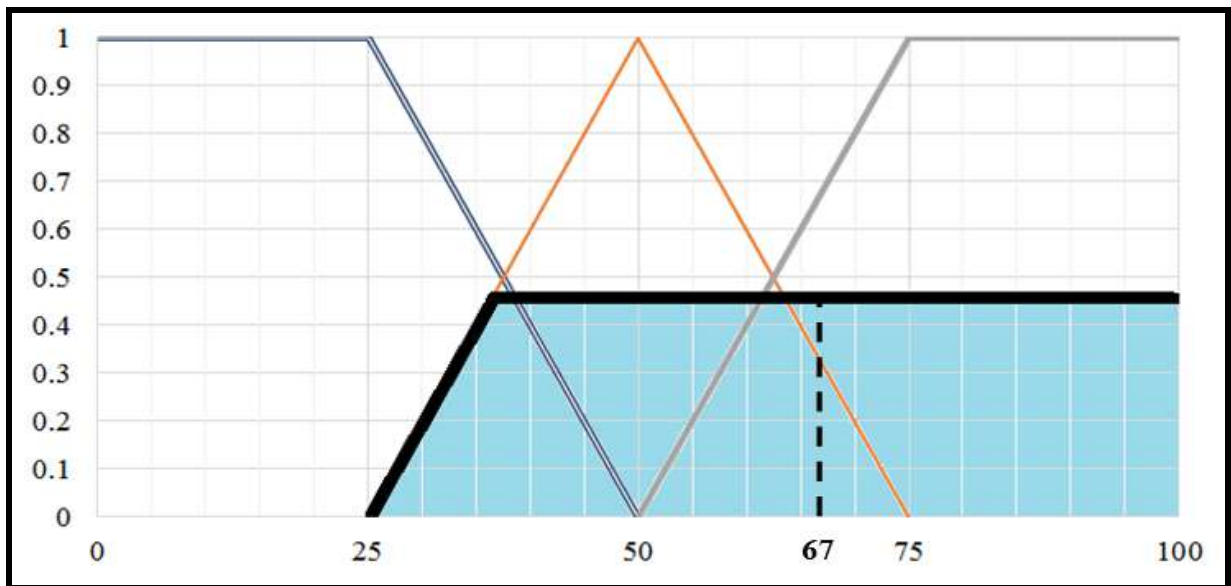


Рисунок 3.13 – Акумуляція всіх висновків системи нечіткого висновку

На останньому етапі (етап дефазифікації [162]) використовуючи результати акумуляції вихідної лінгвістичної змінної, отримаємо кількісне значення останньої методом центру площі, що дорівнює 67% (на рис. 3.13 результат дефазифікації позначений пунктирною лінією).

Таким чином, можна зробити висновок про те, що аналізований пором «GREIFSWALD» відповідає лінії, для якої обирається судно, на 67%. Для прийняття рішення про вибір порома для постановки його на лінію ОНР слід за допомогою запропонованої методики проаналізувати і інші альтернативні судна. На підставі такого аналізу робиться висновок про найбільш придатне судно з точки зору відповідності лінії. Для реалізації методу нечіткого логічного висновку Мамдані з метою скорочення часу прийняття рішень рекомендується використовувати інструмент Fuzzy logic програмного забезпечення MATLAB і Simulink.

Отже метод нечіткого логічного висновку Мамдані при вирішенні задачі вибору судна для постановки на регулярну лінію сприяє вибору такого судна, яке найбільш відповідає постійно мінливій кон'юнктурі ринку одночасно за кількома показниками. Це, в свою чергу, позитивно впливає на рівновагу компанії на ринку морських перевезень і забезпечення її сталості.

Методичні положення та практичні рекомендації щодо обґрунтування вибору порома для його роботи на регулярній лінії знайшли застосування у фрахтовій діяльності СК «Unitransit Corporation LP» при виборі пасажирського порому з автомобільною палубою для роботи за маршрутом Нью-Гейвен – Дьеп. В результаті вдалося збільшити рентабельність лінії на 1,4% у порівняння з аналогічним показником для порома, вибір якого здійснювався на підставі іншої методики із значними витратами часу (див. Додаток Ж).

Висновки до розділу 3

1. У розділі проведено дослідження, яке спрямоване на подолання протиріччя 4 (див. п. 3.1). В процесі розроблено теоретичні і методичні положення з обґрунтування композитного завантаження порома різними за номенклатурою вантажами і пасажирями, які базуються на методах дослідження операцій. Запропонована модель враховує специфічні особливості організації поромних перевезень. Введено обмеження, які:

- скасовують можливість переміщення вантажів без супроводжуючих пасажирів, при наявності них;
- забезпечують нерозривність вантажної партії і групи людей, яка переміщується разом;
- забезпечують дотримання розкладу враховуючи паралельність операцій з навантаження/розвантаження та посадці/висадці пасажирів.

2. Для подолання протиріччя 5 (див. п. 3.2) аналітично і графічно обґрунтовано систему динамічних показників критичної і комерційно доцільної роботи вантажопасажирських поромів. В той же час, отримали подальший розвиток теоретичні і методичні положення з обґрунтування запасу фінансової міцності у застосуванні до аналізу роботи вантажопасажирського порома, що дозволяють аналізувати і порівнювати роботу суден, обсяги перевезень яких значно відрізняються;

3. Розроблено теоретичні і методичні положення з обґрунтування вибору порома, які на відміну від відомих базуються на методі нечіткого логічного висновку Е. Мамдані і враховують ринкову ситуацію, що склалася на лінії. Реалізація даної задачі дозволяє скоротити терміни прийняття рішень і здійснити вибір судна відповідно до кон'юнктури ринку, долаючи, таким чином, протиріччя 6 (див. п. 3.3).

Окремі матеріали даного розділу опубліковано в статтях [30-33, 35, 37-41, 48, 51, 52], монографіях [1, 54], представлено в структурних частинах фундаментальних і кафедральних науково-дослідних тем ОНМУ: ДБ 99-15 (РК No 0015U000609) [19-22], К 33-12 (РК No 0112U001850) [25, 27]. Крім того, результати розробок було впроваджено у виробничу діяльність СК «Укрферрі» та «Unitransit Corporation LP» (див. Додаток Д, Е, Ж).

ВИСНОВКИ

Найважливіше наукове завдання, яке вирішено в дослідженні, полягає в розробці теоретичних і методичних положень щодо забезпечення сталого функціонування вантажопасажирських поромів з метою досягнення та підтримки стійкої роботи СК. Для вирішення наукового завдання та досягнення мети у роботі поставлено певні задачі (див. п. 1.4), реалізація яких дозволила отримати наступні науково обґрунтовані результати.

В результаті вирішення першої задачі:

1. Проведено аналіз особливостей і умов функціонування технічних засобів морського перевезення вантажів і пасажирів поромної ТТС, в ході якого виявлено, що пороми є перспективними і конкурентоспроможними суднами на багатьох напрямках міжнародної торгівлі (див. п. 1.1).

2. Виявлено, що організація поромних вантажопасажирських перевезень має ряд специфічних особливостей (див. п. 1.2), таких як багатономенклатурність та дрібнопартійність вантажів, що перевозяться, можливість одночасного завантаження судна вантажами і пасажирями, регулярність рейсів та ін., що в свою чергу ускладнює вирішення багатьох виробничих завдань СК, яка експлуатує пороми.

3. Проведено огляд літератури і досліджень за темою дисертації (див. п. 1.3), за результатами якого зроблено висновок про те, що в теорії організації транспортних процесів і систем на сьогодні недостатньо опрацьовані питання, які пов'язані із забезпеченням сталої та безпечної роботи вантажопасажирських поромів. Крім того, огляд літературних джерел зумовив ряд протиріч і визначив шляхи їх подолання.

4. Виходячи з встановлених протиріч між практичним і теоретичним рівнями, в роботі поставлено мету і задачі (див. п. 1.4), які визначили структуру дисертації.

В результаті вирішення другої задачі, спрямованої на подолання протиріч 1, 2, 3 проведено обґрунтування сталої роботи СК, що працюють на ринку поромних перевезень. У процесі дослідження:

1. Розроблено теоретичні положення щодо ідентифікації суден-поромів на ринку світового судноплавства, в результаті чого виявлено відсутність уніфікованого і систематизованого уявлення про існуючі в світовій практиці різновиди поромів. З зв'язку з цим *вперше* на основі теоретико-множинного підходу аналітично обґрунтовано і наочно проілюстровано взаємозв'язок між основними видами поромів та відповідними судноплавними ринками, а також сформульовано теоретичні положення і формалізовано аналітичні вирази, що описують ці відносини. Разом з тим, з огляду на тонку грань між існуючими видами вантажопасажирських поромів, які на даний момент становлять найбільший інтерес на ринку судноплавства, *вперше* встановлено і формалізовано взаємозамінність «ро-ро» і «ро-пакс» поромів та взаємодоповнюваність послуг з перевезення вантажів і пасажирів, які вони надають. Крім того, в рамках *вдосконалення* наукових основ організації транспортних процесів і систем *вперше* все розмаїття поромів, яке згруповане за об'єктами перевезення, уточнено і структуровано ще за двома класифікаційними ознаками – за цілями пасажирів та номенклатурою вантажів, для перевезення яких призначені пороми (див. п. 2.1). Розроблені теоретичні та методичні положення дозволяють визначити закономірності формування вантажопотоків, пасажиропотоків та попиту на транспортні послуги з перевезення вантажів і пасажирів.

2. Проведено аналіз теоретичних основ сталості та рівноваги, в результаті якого отримало подальший розвиток теоретичні основи управління роботою флоту у частині трактування та визначення поняття «сталість» в аспекті управлінської діяльності СК. Поряд з цим *вперше* виявлено і систематизовано можливі варіанти стану СК в результаті її взаємодії із зовнішнім середовищем (ЗС) (див. п. 2.2), а також формалізовано феномен рівноваги в діяльності СК з точки зору статичної і

динаміки, що сприяє вирішенню питань, пов'язаних з визначенням закономірностей взаємного впливу транспортних систем і зовнішнього середовища.

3. Розроблено положення щодо обґрунтування поведінки судновласника і менеджерської компанії з приводу укладання договору суднового менеджменту з метою досягнення та підтримки сталої взаємодії між ними. В процесі дослідження запропоновано розглядати договір про судновий менеджмент з точки зору теорії неповних контрактів, що тягне за собою виникнення потенційного конфлікту інтересів контрагентів. У зв'язку з цим, у відповідності до теоретико-ігрового підходу *вперше* формалізовано та ідентифіковано за різними ознаками модель, яка описує взаємодію між сторонами договору про судновий менеджмент та обґрунтовує їхню стратегію поведінки, що дозволяє уникнути потенційного конфлікту інтересів та вдосконалити організацію транспортних процесів. Разом з цим *вдосконалено* інструментарій матричних ігор через розробку методики оцінки результатів, які отримують при реалізації певних стратегій судновласник поромного тоннажу та менеджерська компанія, яка надає послуги, пов'язані з експлуатацією поромів (див. п. 2.3).

Запропоновані методичні положення і практичні рекомендації знайшли застосування у виробничій діяльності тайм-чартерного оператора «Milestone Shipping S.A.», що дозволило компанії обґрунтувати стратегію її поведінки щодо укладання договору суднового менеджменту з компаніями-судновласниками, які передають судна в оперативний менеджмент (див. Додаток Г). Це сприяло забезпеченню сталій та ефективній взаємодії між контрагентами, а також дозволило уникнути потенційного конфлікту інтересів та вдосконалити організацію транспортних процесів.

В результаті вирішення третьої задачі, спрямованої на подолання суперечностей 4, 5, 6, обґрунтовано рішення щодо забезпечення сталого функціонування вантажопасажирських поромів. У процесі дослідження:

1. *Вперше* розроблено теоретичні та методичні положення щодо досягнення та підтримки сталого функціонування вантажопасажирських поромів за рахунок

забезпечення їхнього оптимального завантаження (див. п. 3.1). Розроблені положення:

а) враховують:

- техніко-експлуатаційні характеристики судна, що дозволяє не тільки максимально використовувати його виробничі можливості, а й сприяє вирішенню проблем, пов'язаних із безпекою транспорту: з одного боку через запобігання виникнення аварійних ситуацій під час реалізації технологічних процесів обробки судна у портах; з іншого – через забезпечення морехідного стану судна;

- умову одночасного обслуговування вантажопотоків і пасажиропотоків, які відрізняються широкою номенклатурою об'єктів перевезення і транспортних засобів, що пов'язано з одночасним переміщенням вантажів разом із супроводжуючими;

- цілісність партії вантажу одного відправника та можливість відмови перевізника завантажити вантаж на борт судна у зв'язку з обмеженням його місткості для перевезення усієї партії одним рейсом;

б) сприяють:

- належній взаємодії різних видів транспорту при використанні технології безперевантажувального сполучення в поромній ТТС завдяки раціонально організованому процесу завантаження порому;

- автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт на поромному комплексі через скорочення часу прийняття рішень щодо завантаження судна автомобілями та залізничними вагонами.

Реалізація запропонованих положень мала місце при здійсненні виробничої діяльності СК «Укрферрі», що дозволило підвищити якість прийнятих рішень, пов'язаних з плануванням завантаження порома «GREIFSWALD» на етапі, що передуює розробці вантажного плану, а також підвищити рентабельність перевезень вантажів і пасажирів на 2,46% (див. Додаток Д).

2. *Вперше* формалізовано і систематизовано динамічні показники критичної та комерційно доцільної роботи поромів, які враховують можливість одночасного

розміщення на борту вантажів і пасажирів та дозволяють обґрунтовувати відповідні етапи технологічного процесу і організації вантажних і пасажирських перевезень у системі водного транспорту. В той же час, у якості додаткового результату роботи розроблено теоретичні і методичні положення з обґрунтування запасу фінансової міцності у застосуванні до аналізу роботи вантажопасажирського порома. Незважаючи на допоміжний характер запропонованих положень, їх використання в практиці експлуатації флоту дозволяє аналізувати і порівнювати роботу суден, обсяги перевезень яких значно відрізняються.

Методичні положення та рекомендації щодо обґрунтування динамічних показників критичної і комерційно доцільної роботи вантажопасажирського порома було застосовано при експлуатації СК «Укрферрі судна «VILNIUS SEAWAYS», яке функціонує на лінії Чорноморськ-Хайдарпаша». В результаті вдалося збільшити фінансовий результат від експлуатації судна на 2,37% (див. Додаток Е).

3. *Отримали подальший розвиток* теорія і практика організації транспортних процесів і систем шляхом розробки теоретичних і методичних положень щодо обґрунтування вибору порома для його роботи на лінії, які на відміну від відомих базуються на методі нечіткого логічного висновку Е. Мамдані та враховують ринкову ситуацію на лінії, завдяки чому сприяють раціональній організації транспортних процесів (див. п. 3.3).

Методичні положення та практичні рекомендації щодо обґрунтування вибору порома для його роботи на регулярній лінії методом нечіткого логічного висновку Е. Мамдані знайшли застосування у фрахтовій діяльності СК «Unitransit Corporation LP» при виборі пасажирського порому з автомобільною палубою для роботи за маршрутом Нью-Гейвен – Дьєп. В результаті вдалося збільшити рентабельність лінії на 1,4% у порівнянні з аналогічним показником для порома, вибір якого здійснювався на підставі іншої методики із значними витратами часу (див. Додаток Ж).

Результати дисертації сприяють прийняттю адекватних рішень при організації поромних перевезень, забезпечуючи, таким чином, стійку роботу СК в цілому і

стале функціонування вантажопасажирських поромів зокрема на сучасному судноплавному ринку. Запропоновані в дисертації методичні положення освячені в спеціалізованих наукових журналах, збірниках наукових праць за результатами науково-практичних конференцій, колективних монографіях і компетентно оцінені науковцями. Теоретичні положення знайшли застосування в науково-дослідній та освітній діяльності Одеського національного морського університету, про що свідчать відповідні акти впровадження результатів науково-дослідної роботи.

Найбільш суттєвими науково обґрунтованими та експериментально підтвердженими результатами є:

1. Теоретичні положення щодо визначення логічних відносин між основними типами поромів та ринками вантажних і пасажирських перевезень, які дозволяють СК визначити цільовий ринок компанії та можливість диверсифікації своїх послуг.

2. Класифікація поромів, яка побудована за двома ознаками – номенклатурою вантажів, для перевезення яких призначені пороми, та цілями їхніх пасажирів, яка сприяє вирішенню ряду питань, пов'язаних з позначенням і розширенням ринку їх збуту, аналізом зовнішнього середовища і можливістю цінової конкуренції.

3. Теоретичні положення щодо обґрунтування взаємозамінності «ро-ро» та «ро-пакс» поромів, а також взаємодоповнюваності послуг з перевезення вантажів та пасажирів поромами, які дозволяють визначити закономірність формування вантажо- та пасажиропотоків з метою обґрунтуванням гнучкої системи знижок і політики тарифної лояльності.

4. Формалізація рівноваги СК з точки зору статички та динаміки, а також теоретичні положення щодо ідентифікації можливих варіантів стану СК в результаті її взаємодії із ЗС, які визначають закономірності їхнього взаємного впливу.

5. Формалізація теоретико-ігрової моделі взаємодії судноплавної та менеджерської компаній з приводу підписання договору про судовий менеджмент, що дозволяє обґрунтувати поведінку контрагентів, яка сприяє уникненню потенційного конфлікту та досягненню сталих та ефективних відносин між ними.

6. Теоретичні та методичні положення щодо обґрунтування оптимального композитного завантаження порому, які враховують його ТЕХ, цілісність партії одного відправника, умову одночасного переміщення вантажів разом із супроводжуючими пасажирями.

7. Теоретичні та методичні положення щодо обґрунтування показників критичної та комерційно доцільної роботи вантажопасажирського судна, які базуються на методі аналізу беззбитковості, що актуально в умовах несприятливої кон'юнктури фрахтового ринку, а також враховують можливість одночасного розміщення на борту вантажів і пасажирів, що є специфічною особливістю поромів.

8. Теоретичні та методичні положення щодо обґрунтування вибору порома для роботи на заданому напрямку, які базуються на методі нечіткого логічного висновку Е. Мамдані та враховують ринкову кон'юнктуру на лінії.

Проведені експериментальні дослідження, а також практичне використання отриманих результатів роботи у діяльності підприємств галузі, підтвердили адекватність розроблених теоретичних і методичних положень відповідним виробничим об'єктам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Е.В. Кириллова, и Е.С.Мелешенко, *Паромные транспортно-технологические системы: теоретические и практические аспекты функционирования и развития*, Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016.
2. Е.С. Мелешенко, "Обзор рынка паромных перевозок в Черноморском регионе", *Сборник Научных Трудов SWorld*, вып. 1, №1, с. 55-61, 2014.
3. Украина стала полноправным членом Транскаспийского транспортного маршрута, 2017. [Online]. Доступно: http://cfts.org.ua/news/2017/04/01/ukraina_stala_polnopravnym_chlenom_transkapiyskogo_transportnogo_marshruta_39840. Дата обращения: Апр. 8, 2017.
4. Стоит ли ждать грузов через маршрут ТРАСЕКА, 2016. [Online]. Доступно: <https://ports.com.ua/opinions/stoit-li-zhdad-gruzov-cherez-traseka>. Дата обращения: Ноя. 15, 2016.
5. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Дефиниция устойчивости в аспекте управления судоходной компанией", *Управління Розвитком Складних Систем*, вып. 22, с. 174-185, 2015.
6. Верховна Рада України. (2010, Верес. 9). *Закон № 2519-VI, Про внесення змін до Закону України "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки"*. [Електроний ресурс]. Доступно: <<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2519-17>>.
7. Кабінет Міністрів України. (2011, Верес. 7). *Постанова №942, Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року*. [Електроний ресурс]. Доступно: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/942-2011-%D0%BF#n15>.
8. Президент України. (2015, Січ. 12). *Указ №5/2015, Про Стратегію сталого розвитку "Україна – 2020"*. [Електроний ресурс]. Доступно: <<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>>.

9. Кабінет Міністрів України. (2009, Жов. 7). *Постанова №1307, Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 рок*». [Електронний ресурс]. Доступно: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-%D0%BF>.

10. Кабінет Міністрів України. (2010, Жов. 20). *Розпорядження №2174-р, Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року*. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-%D1%80>.

11. Міністерство Інфраструктури України. (2015, Груд. 18). *Наказ №542, Про затвердження Стратегічного плану розвитку морського транспорту на період до 2020 року*. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://mtu.gov.ua/documents/445.html>.

12. Vision 2025 Waterborne Transport & Operations Meeting the Challenges through Ambitious Innovation, 2017. [Online]. Available from: http://ncp.khai.edu/uploads/editor/14/3023/sitepage_63/files/Vision+2025+.pdf.pdf. Accessed on: April 10, 2017.

13. Стратегия Межправительственной Комиссии ТРАСЕКА по развитию международного коридора Европа-Кавказ-Азия на 2016-2026 гг, разработанной на основе Мастер-Плана ТРАСЕКА и предложений Сторон, 2015. [Online]. Доступно: http://www.traceca-org.org/fileadmin/fm-dam/pdfs/Appendix_3_Strategy_Master_plan_TRACECA_rus.pdf. Дата обращения: Дек. 17, 2016.

14. Транспортный диалог и взаимодействие между ЕС и соседними странами и странами Центральной Азии, 2009. [Online]. Доступно: http://www.traceca-org.org/fileadmin/fm-dam/TAREP/58jh/IDEA_Sentjabr_2009.pdf. Дата обращения: Март 17, 2017.

15. Морские магистрали Черного и Каспийского морей, 2009. [Online]. Доступно: http://www.traceca-org.org/fileadmin/fm-dam/TAREP/61cpm/61cpm1_ru.pdf. Дата обращения: Март 17, 2017.

16. К.С. Мелешенко, "Вантажопасажирські поромы в структурі світового судноплавства", *Організація транспортного процесу вантажопасажирських перевезень в поромній транспортно-технологічній системі України*, ОНМУ, Одеса, ДБ 99-15, 2015.

17. К.С. Мелешенко, "Розробка методичних положень та практичних рекомендацій щодо забезпечення сталого функціонування вантажопасажирських поромів", *Організація транспортного процесу вантажопасажирських перевезень в поромній транспортно-технологічній системі України*, ОНМУ, Одеса, ДБ 99-15, 2015.

18. К.С. Мелешенко, "Розробка методичних положень та практичних рекомендацій щодо розподілу завдань по усуненню порушень між рівнями системи забезпечення сталості (СЗС СК)", *Організація транспортного процесу вантажопасажирських перевезень в поромній транспортно-технологічній системі України*, ОНМУ, Одеса, ДБ 99-15, 2015.

19. О.В. Кириллова, та К.С. Мелешенко, "Розробка методичних положень та практичних рекомендацій щодо оптимізації композитного завантаження поромів", *Організація транспортного процесу вантажопасажирських перевезень в поромній транспортно-технологічній системі України*, ОНМУ, Одеса, ДБ 99-15, 2016.

20. О.В. Кириллова, та К.С. Мелешенко, "Розробка методичних положень та практичних рекомендацій щодо обґрунтування критичного та комерційно доцільного завантаження порому", *Організація транспортного процесу вантажопасажирських перевезень в поромній транспортно-технологічній системі України: звіт про НДР*, ОНМУ, Одеса, ДБ 99-15, 2016.

21. О.В. Кириллова, та К.С. Мелешенко, "Розробка методичних положень та практичних рекомендацій щодо прийняття рішень з обґрунтування динамічних показників критичної та комерційно доцільної роботи вантажопасажирського порому при його композитному завантаженні", *Організація транспортного процесу вантажопасажирських перевезень в поромній транспортно-технологічній системі України*, ОНМУ, Одеса, ДБ 99-15, 2016.

22. О.В. Кириллова, та К.С. Мелешенко, "Розробка методичних положень та практичних рекомендацій щодо обґрунтування «запасу міцності» поромного оператора", *Організація транспортного процесу вантажопасажирських перевезень*

в поромній транспортно-технологічній системі України, ОНМУ, Одеса, ДБ 99-15, 2016.

23. О.В. Кириллова, та К.С. Мелешенко, "Теоретичні засади сталості та рівноваги з позиції функціонування судноплавної компанії", *Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на ринку міжнародного судноплавства*, ОНМУ, Одеса, К33-12, 2015.

24. О.В. Кириллова, та К.С. Мелешенко, "Динамічні показники критичного та комерційно доцільного завантаження вантажопасажирського порома", *Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на міжнародному ринку транспортних послуг в умовах глобалізації міжнародного судноплавства*, ОНМУ, Одеса, К33-12, 2013.

25. О.В. Кириллова, та К.С. Мелешенко, "Класифікація суден-поромів і формалізація співвідношення їх логічного підпорядкування до відповідних ринків в системі світового судноплавства", *Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на міжнародному ринку транспортних послуг в умовах глобалізації міжнародного судноплавства*, ОНМУ, Одеса, К33-12, 2014.

26. О.В. Кириллова, та К.С. Мелешенко, "Обґрунтування системи показників роботи вантажопасажирського порома", *Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на міжнародному ринку транспортних послуг в умовах глобалізації міжнародного судноплавства*, ОНМУ, Одеса, К33-12, 2014.

27. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Динамические показатели критической и коммерчески целесообразной загрузки грузопассажирского парома", *Вісник Одеського Національного Морського Університету*, вып. 2(38), с. 72-94, 2013.

28. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Динамические показатели критической работы грузопассажирского парома", *Водный Транспорт*, вып. 1(16), с. 36-42, 2013

29. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Динамические показатели коммерчески целесообразной работы грузопассажирского парома", *Вісник*

Східноукраїнського Національного Університету ім. Володимира Даля, вип. 5 (194), с. 170-175, 2013.

30. Ye.V. Kirillova, and Ye.S Meleshenko, "Justification of financial safety analysis approach in cargo-and-passenger ferry operations management", *Transport And Telecommunication Journal*, vol. 15, no. 2, pp. 111-119, 2014.

31. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Грузопассажирские паромы в структуре мирового судоходства", *Вісник Східноукраїнського Національного Університету ім. Володимира Даля*, вип. 4(211), с. 32-42, 2014.

32. Ye. Kirillova, and Ye. Meleshenko, "Development of an economic and mathematical model of loading a freight and passenger ferry", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 3/4(81), pp. 28-37, 2016.

33. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Теоретико-игровой подход к моделированию и формализации взаимоотношений между судовладельцем и менеджерской компанией", *Збірник Наукових Праць Державного Економіко-Технологічного Університету Транспорту*, вип. 29, с. 248-260, 2016.

34. Е.С Мелешенко, "Разрешение конфликта и обеспечение устойчивого взаимодействия между судовладельцем и менеджерской компанией", *Вісник Східноукраїнського Національного Університету ім. Володимира Даля*, вип. 4(234), с. 155-161, 2017.

35. K.S. Meleshenko, "Forming payoff matrices in a formalized game between a shipowner and a management company", *Cybernetics and Systems Analysis*, vol. 5(53), pp. 793-798, 2017. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10559-017-9982-y>. Accessed on: Oct. 14, 2017.

36. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Аналитический способ обоснования критической загрузки грузопассажирского парома", *Сборник Научных Трудов SWorld*, вып. 1, №1, с. 64-67, 2013.

37. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Графическая визуализация критической загрузки грузопассажирского парома в трехмерном пространстве", *Сборник Научных Трудов SWorld*, вып. 3, №1, с. 85-88, 2013.

38. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Практика тарификации грузовых перевозок судами-паромами", *Сборник Научных Трудов SWorld*, вып. 4, №2, с. 79-85, 2013.
39. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Динамические показатели коммерчески целесообразной работы грузопассажирского парома", *Матеріали IV Міжнародної Науково-Практичної Конференції «Проблеми Розвитку Транспортних Систем та Логістики»*, с. 9-11, 2013.
40. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Аналитическое обоснование динамических показателей коммерчески целесообразной загрузки парома", *Інновації та Традиції у Сучасній Науковій Думці: Матеріали Другої Міжнародної Наукової Інтернет-Конференції*, с. 74-78, 2013.
41. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Перекрестная эластичность транспортных услуг, предоставляемых грузопассажирскими паромами", *Транспорт як Фактор Глобального Розвитку. Тези Доповідей Першої Міжнародної Науково-Практичної Конференції Молодих Учених і Студентів*, с. 42-46, 2013.
42. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Конструктивные особенности грузопассажирских паромов", *Сборник Научных Трудов SWorld*, вып. 2, №1, с. 31-37, 2014.
43. Е.С. Мелешенко, "Обзор судов типа «ро-пакс», работающих в Черноморском регионе", *Сборник Научных Трудов SWorld*, вып. 3, №2, с. 23-28, 2014.
44. Е.С. Мелешенко, "Феномен устойчивости при функционировании судоходной компании", *Сборник Научных Трудов SWorld*, вып. 4, №1, с. 64-71, 2014.
45. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко, "Грузопассажирские паромы в структуре мирового судоходства", *Матеріали V Міжнародної Науково-Практичної Конференції «Проблеми Розвитку Транспортних Систем та Логістики»*, с. 13-15, 2014.
46. Е.С. Мелешенко, "Равновесие как частный случай устойчивости судоходной компании", *Сборник Научных Трудов SWorld*, вып. 1, №1, с. 12-19, 2015.

47. Е.С. Мелешенко, "Особенности организации грузопассажирских паромных перевозок", *Сборник научных трудов SWorld*, вып. 2, №1, с. 36-42, 2015.
48. Е.С. Мелешенко, "Асимметричность информации на рынке морских перевозок", *Сборник Научных Трудов SWorld*, вып. 4, №1, с. 31-35, 2015.
49. Е.С. Мелешенко, "Классификация судов-паромов, функционирующих на мировом рынке морских перевозок", *Науковий Потенціал 2015: Матеріали XI Міжнародної Наукової Інтернет-Конференції*, с. 36-42, 2015.
50. Е.С. Мелешенко, "Обеспечение целостности грузовой партии при реализации задачи оптимизации загрузки парома средствами MS EXCEL", *Сборник Научных трудов SWorld*, вып. 1, №1, с. 33-38, 2016.
51. Ye.S. Meleshenko, "Problems of interaction between shipowners and ship manager", *Sharing the results of research towards closer global convergence of scientists: collection of research papers*, Accent graphics communications, pp. 18-22, 2016.
52. Е.С. Мелешенко, "Место паромов на рынке туристических услуг", *Сборник Тезисов Научных Работ. VI Международная Научно-Практическая Конференция: «Актуальные Проблемы Современной Науки»*, с. 73-78, 2016.
53. Е.С. Мелешенко, "Разрешение конфликта и обеспечение устойчивого взаимодействия между судовладельцем и менеджерской компанией", *Збірник Наукових Праць VI Міжнародної Науково-Практичної Конференції «Проблеми Розвитку Транспорту і Логістики»*, с. 144-146, 2017.
54. О.Г. Шибасев та ін., *Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на міжнародному ринку транспортних послуг в умовах глобалізації міжнародного судноплавства*. Одеса, Україна: КУПРІЄНКО СВ, 2015.
55. О.Г. Шибасев та ін., *Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на ринку міжнародного судноплавства*. Одеса, Україна: КУПРІЄНКО СВ, 2016.
56. О.В Кириллова, "Теоретичні основи управління роботою флоту у транспортно-технологічних системах", дис. д-ра тех. наук, ОНМУ, Одеса, 2017.

57. WTO Statistics, 2006-2016. [Online]. Available: https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/statis_e.htm. Accessed on: Dec. 02, 2016.

58. Review of Maritime transport, 2016. [Online]. Available: <http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=1650>. Accessed on: Dec. 02, 2016.

59. Е.В. Кириллова, "Приоритетные направления в развитии системы транспортных коммуникаций Европейского союза". *Сборник Научных Трудов SWorld*, 2016. [Online]. Доступно: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/transportation/transport-and-logistics/2919-kirillov-ev>. Дата обращения: Май 07, 2017.

60. Державний комітет статистики України, 2014-2016. [Online]. Доступно: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. Дата звернення: Лют. 11, 2017.

61. Worlds's most comprehensive ferry portal, 2017. [Online]. Available: www.ferrylines.com. Accessed on: May 10, 2017.

62. Europe's Leading Ferry Operator, 2010-2016. [Online]. Available: <https://www.worldtravelawards.com/award-europes-leading-ferry-operator-2016>. Accessed on: May 10, 2017.

63. А.М. Курлянд, та Р.С. Моргенштерн, "Сравнительный анализ работы автомобильно-железнодорожных паромных линий на Черном и Балтийском морях", *Материалы международной научно-практической конференции «Европейский вектор развития стран Черноморского бассейна и его влияние на паромные перевозки на Черном море*, Одесса-Батуми, 2015, с. 61-77.

64. Официальный сайт СК «Укрферри». [Online]. Доступно: <http://www.ukrferry.com/>. Дата обращения: Апр. 15, 2017.

65. Станет ли государство партнером в развитии паромных линий на Черном море?, 2014. [Online]. Доступно: <http://www.ukrferry.com/about/news/stanet-li-gosudarstvo-partnerom-v-razvitii-paromnyih-linij-na-chernom-more>. Дата обращения: Дек. 15, 2017.

66. «Укрзалізниця» виходит в море: зачем компании свои паромы, 2016. [Online]. Доступно: <http://ports.com.ua/articles/ukrzhalyznytsya-vykhodit-v-more-zachem-kompanii-svoi-paromy>> Дата обращения: Сент. 15, 2017.
67. В.Г. Бакаев, *Эксплуатация морского флота*, Москва, СССР: Транспорт, 1965.
68. P. Lander, *Guide to ferryboats of Puget Sound: Past and Present*, California, USA: Prostar, 2002.
69. A.F. Molland, *The Maritime Engineering Reference Book: A Guide to Ship Design, Construction and Operation*, Oxford, UK: Elsevier, 2008.
70. C. Lloyd, *Transporter bridge left boats in its wake*, 2011 [Online]. Available: http://www.thenorthernecho.co.uk/history/memories/9301870.Transporter_Bridge_left_boats_in_its_wake/. Accessed on: March 10, 2015.
71. K. Wayne, *The Blackwell companion to maritime economics*, UK: Wiley-Blackwell, 2012.
72. Ф.Н. Погребной, *Коммерческая работа морского пассажирского судна*, Москва, СССР: Транспорт, 1978.
73. Л.П. Клименко, С.М. Соловйов, та Г.Л. Норд, *Системи технологій*, Миколаїв, Україна: МДГУ ім. Петра Могили, 2007.
74. M. Stopford, *Maritime economics*, London and New York: Routledge Taylor & Francis Group, 2009.
75. С.В. Милославская, и Ю.А. Почаев, *Транспортно-технологические системы*, Москва, Россия: Альтаир, 2004.
76. В. Михайлова, "На карте паромных перевозок", *Порты Украины*, вып. 2, с. 38-41, 2012.
77. Накатные суда. [Online]. Доступно: <http://www.seaships.ru/roll.htm>. Дата обращения: Февр. 25, 2015.
78. А.В.Бронников, *Морские транспортные суда: основы проектирования*, Ленинград, СССР: Судостроение, 1984.

79. Как устроены морские суда. Доступно: <http://www.seaships.ru/onwheel.htm>.
Дата обращения: Апр. 24, 2014.
80. А.А. Союзов, П.Р. Дубинский, О.Т. Кондрашихин, и В.С. Петухов, *Организация и планирование работы морского флота*, Москва, СССР: Транспорт, 1979.
81. J.E. Gibson, W.T. Scherer, and W.F. Gibson, *How to do system analysis*, NJ, USA: John Wiley & Sons Inc., 2007,
82. Ю.В. Прохоров, *Математический энциклопедический словарь*, Москва, СССР: Советская энциклопедия, 1988.
83. N. Luhmann, *Introduction to systems theory*, Cambridge, UK: Polity Press, 2013.
84. Н.Г. Четаев, *Устойчивость движения. Работы по аналитической механике*, Москва, СССР: АН СССР, 1962.
85. В.А. Острейковский, *Анализ устойчивости и управляемости динамических систем методами теории катастроф*, Москва, Россия: Высш. шк., 2005.
86. И.В. Блауберг, и Э.Г. Юдин, *Становление и сущность системного подхода*, Москва, СССР: Наука, 1973.
87. Н.Ф. Реймерс, *Природопользование: Словарь-справочник*, Москва, СССР: Мысль, 1990.
88. Ludwig von Bertalanffy, *General system theory: foundations, development, applications*, NY, USA: George Braziller Inc., 2015.
89. В.Н. Савченко, и В.П. Смагин, *Начала современного естествознания: тезаурус*, Ростов на Дону, Россия: Феникс, 2006.
90. Ю.А. Урманцев, *Эволюционика или общая теория развития систем природы, общества и мышления*, Пущино: СССР: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1988.
91. Г.В.Бережнов, "Равновесие как принцип управления развитием предприятия", *Российское Предпринимательство*, вып. 4(52), с. 20-22, 2004.
92. C.F.Daganzo, *Logistics systems analysis*, Berlin, Germany: Springer, 1996.

93. Н.Б. Кобелев, *Основы имитационного моделирования сложных экономических систем*, Москва, Россия: Дело, 2003.
94. Ch.S. Wasson, *System analysis, design, and development. Concepts, principles, and practices*, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2006.
95. Р.Л. Сатановский, *Повышение устойчивости производства на основе его специализации*, Ленинград, СССР: ЛДНТП, 1976.
96. В.В. Морозов, и С.И. Рудницкий, "Модель влияния внешнего окружения на процесс управления конфигурации в проекте", *Управление Развитием Сложных Систем*, вып. 16, с. 46-52, 2013.
97. А.В.Кирис, и В.В. Лисин, *Термодинамика и теплотехника. В 2 ч. Ч.1: Термодинамика*, Одесса, Украина: ОНМА, 2005.
98. Г. Хакен, *Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах*, Москва, Россия: Мир, 1985.
99. И. Пригожин, и И. Стенгерс, *Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой*, Москва, СССР: Прогресс, 1986.
100. Е.В. Кириллова, "Субъекты судовладения в сфере морского бизнеса и в системе морских правоотношений", *Судовождение*, вып. 24, с. 75-83, 2014.
101. А.Е. Branch, *Economics of shipping practice and management*, NY, USA: Chapman and Hall, 1988.
102. Е.В. Кириллова, "Управление работой судна и судовой менеджмент: этимология понятий, генезис развития теории и практики", *Вісник Одеського Національного Морського Університету*, вип. 3(39), с. 210-219, 2013.
103. А.Г. Шибаев, Е.В. Кириллова, и Ю.И. Кириллов, *Управление работой флота. Основы теории и практики*, Одесса, Украина: Фенікс, 2012.
104. P. Bolton, and M. Dewatripont, *Contract theory*, Massachusetts, USA: MIT, 2004.
105. H. Dagan, and Michael Heller, *The choice theory of contracts*, Cambrige, United Kingdom: Cambrige University Press, 2017.

106. K. Benmore, *Game theory and the social contract*, Massachusetts, USA: MIT, 1994.
107. W. Kasper, M.E. Streit, and P.J. Boettke, *Institutional economics. Property, competition, policies*, Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2012.
108. «SHIPMAN», 1999. [Online]. Available: http://www.infomarine.gr/bulletins/chartering_forms/shipman98.pdf. Accessed on: Oct. 9, 2016.
109. В.С. Заичко, "Особенности формализации загрузки судов генеральными грузами", *Судовождение*, вып. 9, с. 25-28, 2005.
110. В.С. Заичко, "Моделирование укладки генеральных грузов в трюма судна", *Судовождение*, вып. 11, с. 51-55, 2006.
111. Н.Н. Цымбал, и Ю.Ю. Васьков, "Формирование оптимизационной задачи проведения грузовых операций навалочных судов", *Судовождение*, вып. 7, с. 3-9, 2004.
112. Н.Н. Цымбал, и Ю.Ю. Васьков, "Выбор оптимального варианта проведения грузовых операций навалочных судов", *Автоматизация Судовых Технических Средств*, вып. 9, с.103-107, 2004.
113. Н.Н. Цымбал, и Ю.Ю. Васьков, "Эффективность имитационной оптимизации загрузки навалочных судов", *Автоматизация Судовых Технических Средств*, вып. 10, с. 98-101, 2005.
114. Е.В. Кириллова, "Особенности модели загрузки судна типа ро-ро при линейной форме судоходства", *Методи та Засоби Управління Розвитком Транспортних Систем*, вип. 3, с.234-241, 2002.
115. Е.В.Кириллова, "Экспериментальные исследования по оптимизации загрузки судна накатного типа", *Методи та Засоби Управління Розвитком Транспортних Систем*, вип. 4, с.233-249, 2002.
116. B. Qiu, Y. Jin, L. Lv, and Z. Jin, "An Optimization Model and Heuristic Algorithm for the Ro-Ro Ship Loading", *ICLEM*, pp. 2827-2835, 2010.
117. Y.C. Sun, X.L. Long, "The influence of loading condition on the stability of Ro/Ro vessels", *Ship & Ocean Engineering*, vol. 4, pp. 7-9, 2004.

118. D.M. Li, "Stowage, securing and management of vehicles loaded onboard Ro/Ro passenger ships", *China Maritime Safety*, vol. 4, pp. 46-49, 2008.

119. А.Г. Шибаев, "Моделирование загрузки судна при линейной форме судоходства", *Оптимизация Производственных Процессов*, вып. 4, с. 181-184, 2001.

120. А.Г. Шибаев, и Ю.И. Кириллов, "Моделирование загрузки контейнеровоза на линии", *Вісник Одеського Національного Морського Університету*, вип. 25, с.134-145, 2008.

121. H. Lan, Z. Bian, and Z. Jin, "Optimization of the Container Loading Sequences Based on Actual Constraints", *ICLEM*, pp. 989-994, 2014.

122. F. Xiang, W. Sun, and Z. Jin, "The Graded Optimization Models and Algorithms for the Container Multimodal Transportation Planning", *Logistics*, pp. 1045-1054, 2009.

123. В.В. Винников, *Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок)*, Одесса, Украина: Латстар, 2001.

124. Е.В. Кириллова, и Ю.И.Кириллов, "Формализация и систематизация критических и оптимальных величин показателей работы судна", *Методи та Засоби Управління Розвитком Транспортних Систем*, вып. 13, с. 165-198, 2008.

125. Е.В.Кириллова, "Система показателей коммерчески целесообразной загрузки судна", *Вісник Одеського Національного Морського Університету*, вип. 22., с. 54-68, 2007.

126. Е.В. Кириллова, и Е.С. Мелешенко "Показатели критически безубыточной и коммерчески целесообразной работы круизного предприятия", *Перспективные Инновации в Науке, Образовании, Производстве и Транспорте '2012: сб. науч. трудов*, вып. 2, №1, с. 54-60, 2012.

127. Е.В. Кириллова, "Обоснование оптимального количества грузов в загрузке судна", *Методи та Засоби Управління Розвитком Транспортних Систем*, вип. 11., с. 142-153, 2006.

128. А.С.Потравко, "Методы и критерии оптимизации при проектировании транспортных судов", *Вісник Одеського Національного Морського Університету*, вып. 1(34), с. 184-188, 2012.
129. И.Г. Бубнов, *Об одном методе определения главных размеров проектируемого судна: Избранные труды*, Ленинград, СССР: Судпромгиз, 1956.
130. В.М. Пашин, *Оптимизация судов*, Ленинград: СССР: Судостроение, 1983.
131. А.В. Бронников, "Выбор критериев для определения элементов транспортных судов в процессе проектирования", *Общие Вопросы Проектирования Судов: Материалы по Обмену опытом*, вып. 199, с. 63-72, 1973.
132. М.В. Войлошников, *Морские ресурсы и техника: эффективность, стоимость, оптимальность*, Владивосток, Россия: ДВГТУ, 2002.
133. С.А. Добыш, "Об одном подходе к оптимизации основных параметров транспортных судов в условиях неполной информации", *Общие Вопросы Проектирования Судов: Материалы по Обмену опытом*, вып. 199, с. 86-91, 1973.
134. Л.С. Беляев, *Решение сложных оптимизационных задач в условиях неопределенности*, Новосибирск, СССР: Наука, 1978.
135. Л.М.Ногид, *Проектирование формы судна и построение теоретического чертежа*, Ленинград, СССР: Судпромгиз, 1962.
136. И.Г.Черноруцкий, *Методы принятия решений*, Санкт-Петербург, Россия: «БВХ-Петербург», 2005.
137. Е.В. Кириллова, *Формы судоходства*, Одесса, Украина: ОНМУ, 2010.
138. *Международная Конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года СОЛАС*, Санкт-Петербург, Россия: ЦНИИМФ, 2015.
139. Типы судов – отечественная классификация. [Online]. Доступно: http://korabley.net/news/typy_sudov_otchestvennaja_klassifikacija/2011-03-18-801. Дата обращения: Март 09, 2014.
140. Майкл Е. Портер, *Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов*, Москва, Россия: Альпина Бизнес Букс, 2005.

141. К.И. Самойлов, *Морской словарь*, Москва-Ленинград, СССР: Государственное Военно-морское Издательство НКВМФ Союза СССР, 1941.
142. А.Г. Калинин, и А.З. Левицкий, *Технология бурения разведочных скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые*, Москва, Россия: «НЕДРА», 1988.
143. М.С. Гиляров, *Биологический энциклопедический словарь*, Сов. Энциклопедия, Москва: Россия, 1986.
144. К.Н. Паффенгольц, *Геологический словарь*, Москва: Россия, Недра, 1978.
145. Ю.М. Сулейманова, "Экономическая устойчивость предприятия: понятие и особенности", *Общество: Экономика, Политика, Право*, вып. 3, с. 53-56, 2012.
146. Н.В. Косолапова, *Безопасность жизнедеятельности*, Москва, Россия: «КноРус», 2016.
147. Б.Ф. Ломов, *Методологические и теоретические проблемы психологии*, Москва: Россия: Наука, 2004.
148. В.В. Красник, *Коммерческая электроэнергетика. Словарь-справочник*, Москва, Россия: Энас, 2006.
149. А.Н. Азрилиян, *Большой экономический словарь*, Москва, Россия: Институт новой экономики, 1997.
150. Е.В. Кириллова, "Устойчивость в деятельности судоходной компании", *Сборник Научных Трудов SWorld*, вып. 2, №1, с. 42-55, 2014.
151. E. Brigham, and M. Ehrhardt, *Financial management: Theory and practice*. Thomson Learning Inc, 2005.
152. G. Romp, *Game theory: introduction and application*, New York, Oxford: Oxford University Press, 1997.
153. С.И. Рылов, и Ю.А. Коскина, "Учет расходов судовладельца и фрахтователя при заключении фрахтовой сделки", *Сборник Научных Трудов SWorld*, вып. 3, с. 27-32, 2012.
154. А.Г. Шибяев, *Подготовка и обоснование решений по управлению перевозками и работой флота морской судоходной компании*, Одесса, Украина: ХОРС, 1998.

155. А.А. Булдаков, и А.Н. Рахмангулов, "Ценообразование на услуги контейнерных перевозок в РФ", *Современные Проблемы Транспортного Комплекса России*. вып. 1, с. 138-144, 2011.

156. А.П. Бень, "Использование теоретико-игровой модели для представления и анализа навигационных ситуаций в системе поддержки принятия решений судоводителя", *Штучный Интеллект*, вып. 3, с. 439-443, 2010.

157. James C. Van Horne, John M. Wachowicz, *Fundamentals of financial management*, England: Prentice Hall, 2008.

158. Z. Bodie, and R.C. Merton, *Finance*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000.

159. M. Rist, and A.J. Pizzica, *Financial Ratios for Executives*, NY: Apress, 2005.

160. М.В. Мальков, А.Г. Олейник, и А.М. Федоров, "Моделирование технологических процессов: методы и опыт", *Труды Кольского Научного Центра РАН*, вып. 3, с. 93-101, 2010.

161. R. Lowen, *Fuzzy set theory. Basic concept, techniques and bibliography*, Antwerp: Kluwer, 2010.

162. I. Iancu, "A Mamdani Type Fuzzy Logic Controller", *Fuzzy Logic. Controls, Concepts, Theories and Application. Prof. Elmer Dadios (Ed.)*, pp. 325-350, 2012. [Online]. Available: <http://www.intechopen.com/books/fuzzy-logic-controls-concepts-theories-and-applications/a-mamdani-typefuzzy-logic-controller>. Accessed on: Oct. 14, 2017.

163. Hans-Heinrich Lieb, *Linguistic Variables. Towards a unified theory of linguistic variation*, Berlin: John Beryamins Publisheng Company, 1993.