

УДК 656.615.078.111/.117

А.О. Мурад'ян, С.С. Русанова

**ОБГРУНТУВАННЯ ПІДХОДУ
ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УЗГОДЖЕНОГО УПРАВЛІННЯ
ТРАНСПОРТНИМИ ВУЗЛАМИ**

У статті запропоновано оригінальний підхід до забезпечення погодженого управління транспортними вузлами, заснований на сполученні методології класичної науки оптимального управління й конструктивними ідеями прогресуючих у цей час нових концепцій ділового поведіння й соціального управління. При цьому встановлено, що реалізацію запропонованого підходу необхідно здійснювати у два етапи: спочатку необхідно погодити параметри процесу перевалки вантажів, а потім забезпечити здійснення цього процесу в оптимальному режимі.

Ключові слова: транспортний вузол, перевалка вантажів, оптимальне управління, партнерська взаємодія, оптимізація вантажоперевалювального процесу.

В статье предложен оригинальный подход к обеспечению согласованного управления транспортными узлами, основанный на сочетании методологии классической науки оптимального управления и конструктивных идей прогрессирующих в настоящее время новых концепций делового поведения и социального управления. При этом установлено, что реализацию предлагаемого подхода необходимо осуществлять в два этапа: вначале необходимо согласовать параметры процесса перевалки грузов, а затем обеспечить осуществление этого процесса в оптимальном режиме.

Ключевые слова: транспортный узел, перевалка грузов, оптимальное управление, партнерское взаимодействие, оптимизация грузоперевалки.

In this article, an original approach to ensuring the coordinated transport hub management, based on combining the methodology of classical science of optimal management and constructive ideas, new progressive concepts of business conduct in conjunction with the social management theory was proposed.

It was found that the proposed approach should be realized in two stages: first it is necessary to coordinate cargo transshipment process parameters, and then ensure optimal implementation of this process.

The provisions set forth in the paper have theoretical significance since they are characterized by scientific novelty and are useful in practical terms as they improve operation efficiency both of transport hubs, and their customers.

Keywords: transport hub, cargo transshipment, optimal management, partnership, transshipment optimization.

Вступ. На рубежі XX і XXI століть помітно активізувалися наукові дослідження в області комплексної теорії управління транспортом. Особливо чітко ця тенденція проявилася в дослідженнях, спрямованих на вдосконалення теорії і методів організації управління роботою пунктів стику суміжних видів транспорту як систем, що складаються з сукупностей взаємопов'язаних елементів [1] і іменувалися в той період транспортними вузлами (ТВ). Спочатку зазначені дослідження ґрунтувалися на уявленнях створеної в минулому столітті класичної теорії оптимального управління.

Потім під впливом загальносвітових тенденцій розвитку транспортної науки в дослідженнях українських і російських фахівців намітився відхід від принципів класичної науки управління з переорієнтацією на нові теорії ділової поведінки – транспортну логістику, маркетинг партнерських відносин в поєднанні з концепціями мережевих форм міжфірмової кооперації, кластеризації, створення стратегічних альянсів, взаємодії бізнесу і влади.

У ці ж роки була актуалізована висловлена в [2] ідея створення в рамках морського порту регіону «морського транспортного вузла» [3; 4], під яким пропонувалося розуміти сукупність державних і приватних компаній, діяльність яких спрямована на обслуговування вантажо- і судновласників при здійсненні процесу перевалки вантажу (ППВ).

З вищевикладеного стає очевидним, що до теперішнього часу в дослідженні комплексних проблем організації управління транспортними вузлами склалася суперечлива ситуація. З одного боку, традиційна парадигма управління вузлами і трактування їх як ТВ офіційно не відкинута. З іншого боку, енергійно висувається ідея тлумачення вузлів в якості морських транспортних вузлів (МТВ) в єдності з переходом до використання для внутрішньовузлового управління згаданих вище нових теорій ділової поведінки. При цьому в обох випадках у всіх зазначених вище роботах проблема побудови механізму узгодження управління в рамках ТВ (МТВ) в кращому випадку лише згадується.

Водночас зазначена проблема є однаково актуальною при використанні будь-якого підходу до управління транспортними вузлами, будь то методологія класичного оптимального управління, або філософія ринкової поведінки, або поєднання обох підходів і незалежно від того, як трактуються транспортні вузли – в якості ТВ або МТВ. У такій ситуації найбільш логічно зробити висновок, що саме цю проблему слід вважати першочерговою по важливості для побудови ефективного механізму управління ППВ в транспортних вузлах і визначити її опрацювання в якості найважливішого завдання цього дослідження.

Постановка проблеми. Вже з вищевикладеного неважко зробити висновок, що коректна постановка проблеми забезпечення узгодженого управління ППВ в ТВ можлива лише з позицій, що враховують її тісний зв'язок з актуальними науковими і практичними завданнями, які розв'язуються в загальнонаціональних проектах. Про правомірність тако-

го твердження свідчить насамперед той факт, що більше половини часу транспортування вантажів припадає на їх перебування під вантажно-розвантажувальними операціями в пунктах навантаження, вивантаження і перевалки. При цьому витрати за зазначеними операціями приблизно в 4 рази перевищують витрати на вантажні перевезення магістральним транспортом.

Основна причина зазначених негативів у роботі транспорту криється в уповільненні просування вантажів аж до зупинки внаслідок виникнення і накопичення неузгодженості в роботі суміжних видів транспорту, що обумовлює несинхронне прибуття їх рухомого складу до ТВ. Саме з цієї причини з'являються «кинуті» поїзди, що відносяться до залізничних полігонів на території морських портів, введення конвенційних заборон і часткових обмежень на відвантаження в адресу портів масових вантажів, простої суден, вагонів і автомобілів з вантажами і в очікуванні вантажів, накопичення в портах незатребуваних вантажів. В результаті практично всі учасники логістичного ланцюга доставки вантажів і транспортного обслуговування зазнають втрат, що вимірюються в сукупній оцінці семизначними цифрами.

Наведені вище цифри говорять про той факт, що МТВ є «самою останньою» можливістю якщо не для ліквідації, то хоча б для часткового усунення «рухових» диспропорцій в роботі суміжних видів транспорту. А цього можна досягти лише, очевидно, лише за умови забезпечення максимально повної узгодженості роботи суміжних підприємств ТВ при спільній організації і здійсненні ППВ.

Аналіз літературних даних. Перш ніж перейти безпосередньо до аналітичного огляду літературних джерел, звернемо увагу на наступні дві обставини, важливі в методологічному плані. Перша з них пов'язана з наявністю різних підходів до формального подання транспортних вузлів. Дійсно, поряд з узагальненим поняттям ТВ, яке в повній мірі відображає комплексний (міжгалузевий виробничий) характер транспортних вузлів, деякі фахівці віддають перевагу МТВ, розглядаючи їх як об'єднання виробничих підприємств (стивідорних компаній) і сервісних організацій (експедиторських, агентських та інших компаній), а також державних органів і посередницьких структур [2]. Такий підхід, на нашу думку, не може мати однозначної оцінки. Дійсно, з одного боку включення до складу суб'єктів транспортних вузлів сервісних організацій видається цілком допустимим кроком. Однак, з іншого боку, виключення зі структури транспортних вузлів припортових залізничних станцій і рухомого складу суміжних видів транспорту веде по суті справи до відмови від поняття «транспортний вузол» як пункт «перетину» різних видів транспорту. А це, в свою чергу, обумовлює підміну міжсистемного вантажоперевалю-вального процесу локальним перевантажувальним процесом портів, з чим, очевидно, не можна погодитися в силу того, що механізми управ-ління цими процесами ґрунтуються на різних вихідних передумовах.

З вищевикладеного стає очевидним, що вагомих підстав для переходу від поняття ТВ до поняття МТВ не існує об'єктивно. З цієї причини в цій статті далі мова піде тільки про ТВ за умови, що в їх структурі будуть представлені агентські та експедиторські компанії, які дійсно активно беруть участь в організації та здійсненні ППВ.

Друга обставина відображає зміни в орієнтації дослідників на методичний інструментарій, який використовується при побудові механізму управління реалізованим в ТВ вантажоперевалювальним процесом. Як вже зазначалося вище, прихильники класичної теорії управління протягом другої половини минулого століття акцентували увагу на побудові економіко-математичних моделей управління ППВ в термінах добре розвинених математичних дисциплін (математичного програмування, теорії масового обслуговування, календарного планування), а також імітаційного моделювання.

На початку поточного століття вони переорієнтувалися на висунуті західноєвропейськими вченими підходи до організації управління транспортними вузлами, заснованими на методичному арсеналі теорії взаємодіючих систем, морфологічного і когнітивного моделювання, штучного інтелекту системного програмування та мультиагентної оптимізації [5-8]. При цьому в обох випадках дослідники вкрай мало уваги приділяли проблемі забезпечення узгодженого управління ППВ.

У справедливості висловлених тверджень неважко переконатися, ознайомившись з публікаціями в досліджуваній області, виданими останнім часом.

Так, в дисертаційному дослідженні [9], виконаному в дусі класичної традиції тлумачення управління, мова йде про ТВ, що складається всього з двох підприємств – порту (морського або річкового) і припортової залізничної станції. При цьому вантажоперевалка розглядається лише для одного етапу ППВ, який виконується в порту при завантаженні суден з вагонів, т.д. – тільки за прямим варіантом. Робота, що аналізується містить формальний опис ТВ (точніше лише його портової ланки) з використанням в якості методологічного інструменту теорії взаємодіючих послідовних процесів [10], тісно пов'язаною з теорією послідовних систем [11]. Такий підхід до формалізації процесу роботи ТВ представляється привабливим в теоретичному відношенні, бо дозволяє досить витончено відобразити процес завантаження суден. Разом з тим його практичну цінність не можна визнати високою внаслідок надмірно громіздкої процедури реалізації. Однак більш істотна особливість цього підходу полягає в розмитості його критеріальної основи і практично повній відсутності зв'язку з ринковою філософією ділової поведінки суб'єктів ТВ в стосунках як між собою, так і з клієнтурою.

В аналогічній постановці (для комплексу порт-станція і процесу завантаження суден в порту) виконана робота [12], в якій дано аналітичний огляд методичного арсеналу теорії оптимального управління

з точки зору можливості і доцільності застосування існуючих методів для моделювання роботи ТВ. За результатами проведеного аналізу зроблено висновок про те, що найбільш перспективними для цієї мети є методи когнітивного і морфологічного аналізу. Це твердження ілюструється в [12] академічним прикладом морфологічного моделювання процесу завантаження суден в порту, проте без будь-якої вказівки на спосіб реалізації отриманої таким чином моделі. Внаслідок цього питання про дійсну цінність запропонованого в характеризуемій роботі підходу залишається відкритим як з теоретичної, так і з практичної точок зору.

Рубіжною в певному сенсі є робота [13], в якій зроблена спроба з'єднати раціональні ідеї традиційного і нового підходів до організації управління ТВ. Перше з зазначених напрямків – традиційне – представлено в цій праці практично в тій же постановці, що і в [12] тобто з орієнтацією на вибір в якості відповідного методологічного засобу для побудови механізму управління ТВ морфологічного і когнітивного моделювання в поєднанні зі сценарним підходом до планування діяльності вузла. Другий і більш цінний напрямок – ринковий – відображено в [13] в формі обґрунтування одного з принципово можливих варіантів постановки проблеми узгодження інтересів суб'єктів ТВ в ході організації і здійснення ППВ. Ця частина, що міститься в даному дослідженні, виконана в поняттях теорії оцінки впливу зворотного зв'язку в механізмі управління на функціонування керованого об'єкта з рекомендацією про наступний перехід до реалізації методики векторної оптимізації ППВ в рамках ТВ. При цьому всі зазначені ідеї розглянуті, як прийнято говорити, лише в порядку постановки питання.

Окреслені в [13] ринкові акценти в обґрунтуванні механізму управління ТВ отримали розвиток в дослідженнях останнього п'ятиріччя при розробці методологічних основ формування МТВ, що інтерпретується як інститут мережевих партнерських відносин [2].

Ключова ідея останньої роботи полягає в обґрунтуванні можливості використання концепції маркетингу партнерських відносин [14] під назвою маркетингу взаємодії в якості методологічної бази для розробки механізму управління МТВ. Така ініціатива аргументується в [2] назрілою необхідністю переходу суб'єктів МТВ до парадигми створення спільної цінності на основі встановлення і підтримання довгострокових ділових зв'язків між усіма учасниками доставки вантажів за схемою «від дверей- до дверей».

При спільному розгляді охарактеризованих в [9; 10; 12; 13] концепцій управління транспортними вузлами стає очевидним, що ні в одній з них проблемі забезпечення узгоджених дій суб'єктів ТВ серйозної уваги не приділяється, внаслідок чого виникає об'єктивна необхідність в пошуку можливостей для ліквідації цієї свого роду «білої плями» в комплексній теорії управління транспортом.

Методологія забезпечення узгодженого управління процесом перевалки вантажів в транспортних вузлах.

Вихідні положення. Для досягнення поставленої таким чином мети дослідження необхідно враховувати, що будь-які суміжні підприємства, в тому числі транспортні, виявляються в своїй роботі тісно пов'язаними і взаємозалежними. Внаслідок цього виникає складне переплетіння ділових інтересів пов'язаних підприємств, що об'єктивно зумовлює необхідність підтримки досить ефективних контактів між підприємствами транспортних вузлів при організації і здійсненні ППВ.

Діяльність по забезпеченню такого роду контактів, починаючи з 1930-х років, іменується на транспорті по різному: то координацією, то взаємодією, то тим і іншим як єдиним цілим і зв'язується з управлінням. При цьому обидва поняття в одному випадку ототожнюються, а в іншому – розмежовуються, визначаються в широкому і вузькому сенсі (по транспортному процесу в цілому і по його окремих стадіях), трактуються в прив'язці до совокупності кожного виду транспорту (галузева поста-новка) і суміжних видів транспорту, включаючи транспортні вузли (міжгалузева постановка).

Існування такого роду невизначеності, йде від синонімічної надмірності у визначенні обговорюваних понять, що пояснюється перш за все неоднозначністю їх трактування в теоретико-методологічному сенсі. В результаті лінгвістичні рамки тлумачення обох понять розмиваються, що природно породжує непродуктивні дискусії і може призводити до некоректних наукових висновків.

Змальоване *status quo* у визначенні понять координації і взаємодії як інструментів досягнення узгодженості в управлінні транспортом зберігається по суті своїй до теперішнього часу. При цьому питання методичних основ координації і взаємодії як складових елементів проблеми побудови механізму управління ТВ як і раніше залишається поза увагою дослідників комплексних транспортних проблем.

Виходячи з вищевикладеного, в цій статті робиться спроба заповнити цю прогалину і підійти до вирішення проблеми забезпечення узгодженого управління ТВ з позицій, що поєднують ідеї традиційних і нових теорій забезпечення ефективного функціонування суб'єктів ринкової діяльності, конкретно, – маркетингу партнерських відносин [14], соціального партнерства [15] і лінійного програмування. При такому підході виникає необхідність в розбивці (декомпозиції) досліджуваної проблеми на дві взаємопов'язані частини, перша з яких передбачає узгодження параметрів ППВ, а друга – економіко-математичне моделювання цього процесу.

Узгодження параметрів процесу перевалки вантажів. Ця частина проблеми забезпечення узгодженого управління ТВ найбільшою мірою відповідає змісту початкового етапу обґрунтування параметрів єдиного технологічного процесу роботи транспортного вузла (ЄТПРТВ), перш за все таких, як кількість і розміщення виробничих зон для вико-

нання операцій з залізничним рухомим складом, спеціалізація і ресурсозабезпеченість цих зон, режими подачі та прибирання вагонів, нормативні терміни обробки вагонів по виробничим зонам і т.п.

Як показано в згаданих вище теоріях [14; 15], необхідною і достатньою умовою досягнення узгодженості в спільних діях будь-яких індивідуумів є наявність у них зацікавленості в кінцевих результатах спільної діяльності, яка виникає завдяки встановленню згоди між партнерами. У загальному випадку згода між двома і більше суб'єктами виробляється за наступною універсальною схемою, представленою нижче на рис. 1.

У забезпеченні ефективної реалізації наведеної схеми конструювання згоди між взаємодіючими суб'єктами всі етапи грають важливу роль. При цьому на загальний результат взаємодії суб'єктів чи не вирішальною мірою впливають етапи дискусії і діалогу, від змістовного наповнення яких в кінцевому рахунку залежить, бути чи не бути згодою. Очевидно, що дискусія може призводити до позитивних результатів лише в одному випадку, а саме, коли вона буде ґрунтуватися на толерантності суб'єктів і їх дійсною зацікавленістю в досягненні взаємоприйнятних підсумків спільної діяльності, що з'ясується в ході діалогу.

Існують різні тлумачення поняття діалогу і пояснення його феноменальної суті. Так, в теорії соціального управління наголошується, що в стані діалогу створюється якась емоційна «подія», що веде до психологічної єдності суб'єктів, в якому «...розгортається творчий процес взаєморозкриття і взаєморозвитку, створюються умови для самовоздії і саморозвитку» [15]. Одночасно підкреслюється, що повноцінний діалог можливий при неодмінному дотриманні наступних умов: відсутності у контрагентів упередженості один до одного, їх рівноправності і готовності до певних самообмежень, наявності взаємної довіри і взаєморозуміння.

У разі позитивного завершення діалогу у його учасників затверджується готовність до визнання права кожного з них на прагнення домогтися власної вигоди і одночасно міцніє готовність йти на взаємні поступки заради прийняття спільно вироблених ділових рішень. В результаті стає реальною можливість переходу до етапу пошуку компромісу та консенсусу.

Розглянемо відповідну процедуру на прикладі досягнення компромісу між основними суб'єктами ТВ – портами і припортовими залізничними станціями – при визначенні одного з різновидів параметрів ЄТПРТВ, а саме – тимчасових нормативів на обробку вагонів в порту. При цьому будемо враховувати, що, вирішуючи це завдання, порти і станції будуть виступати в якості конкурентів, суперництво яких розгортається навколо показника нормативної тривалості обробки подач вагонів на вантажних фронтах порту.

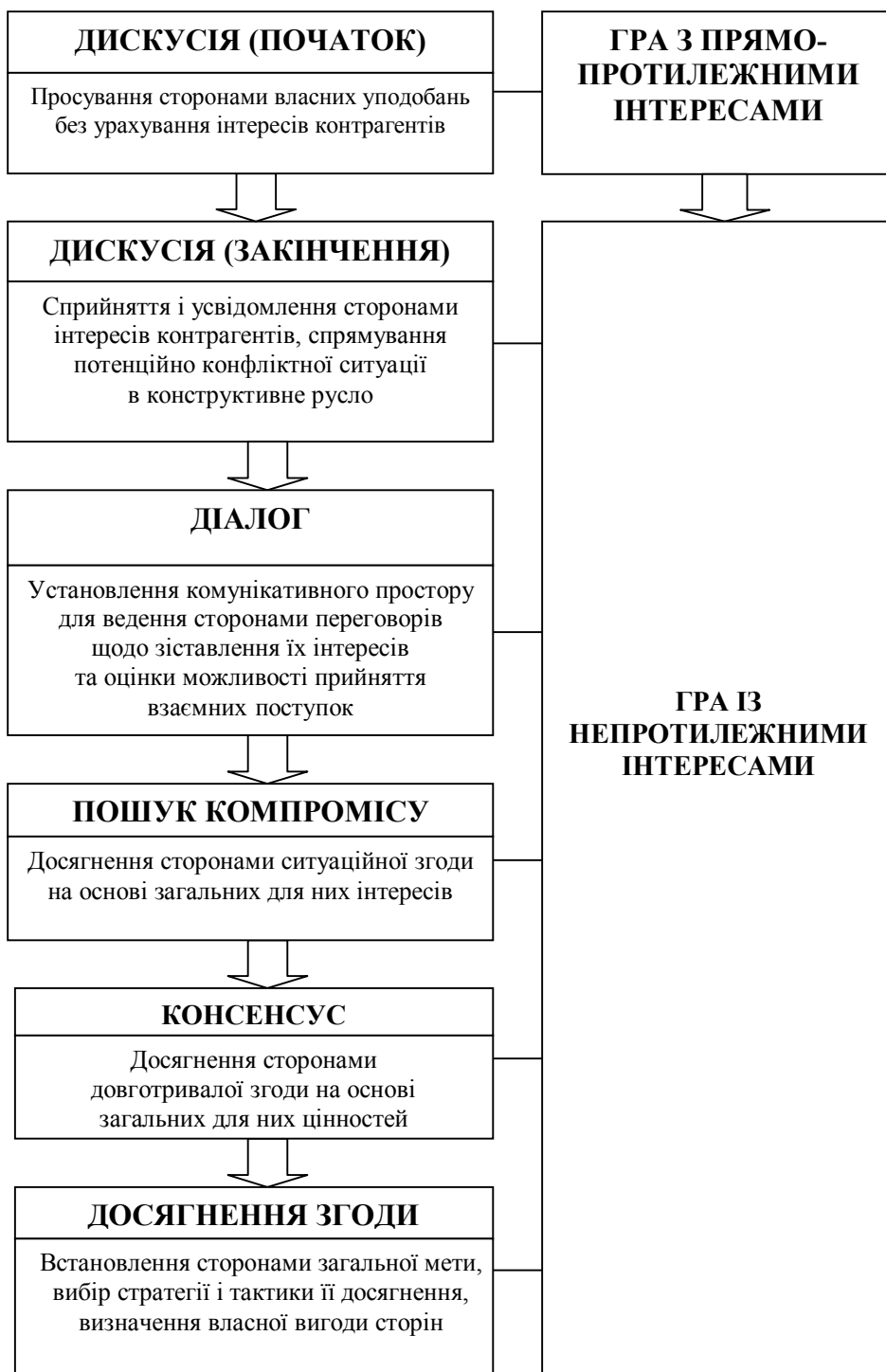


Рис. 1. Схема досягнення згоди між взаємодіючими суб'єктами

Видається очевидним, що зменшення цього часу однозначно вигідно станції, так як в результаті цього забезпечується скорочення загального часу перебування вагонів в ТВ і за рахунок цього зростання їх правоздатності, що вигідно фірмі-власнику вагонного парку. А це обертається для станції можливістю підвищення тарифів на обробку вагонів. У той же час для портів такий підхід пов'язаний з необхідністю посилення механоозброєності вантажних фронтів, що вимагає відповідного фінансування і в силу цього логічного збільшення тарифів на обробку вагонів. А така перспектива для портів небажана, тому що вона може привести до втрати вагонопотоків.

З наведених пояснень випливає, що тимчасові нормативи ЄТПРТВ повинні мати компромісний характер, тобто встановлюватися шляхом вирішення конфліктної по суті ситуації, в якій спостерігається зіткнення ділових інтересів портів і станцій.

Як відомо, для дослідження такого роду конфліктних ситуацій зазвичай застосовують методологічний арсенал теорії ігор. При такому підході в окремо розглянутому ТВ порт і слід трактувати як гравців, варіанти їх ділової поведінки – як стратегії, спільно обрані стратегії (загальні рішення) – як результати гри, а вигоду, що досягається гравцями – як виграш кожного з них.

Позначимо через D і G безлічі стратегій відповідно до порту і станції. Нехай вони вибирають стратегії $x \in D$ і $z \in G$, що призводить до результату гри (x, z) . При цьому досягаються виграші порту $f(x, z)$ і станції $g(x, z)$, які залежать для кожного гравця від вибору як власної стратегії, так і від стратегії, обраної контрагентом. Завдання кожного гравця полягає, очевидно, в тому, щоб за рахунок обраної стратегії максимізувати свою функцію виграшу відповідно – $f(x, z)$ и $g(x, z)$.

Відзначимо, що, приступаючи до встановлення компромісних рівнів нормативів ЄТПРТВ (тобто напередодні етапу дискусії), порт і станція виступають в якості гравців з протилежними інтересами і можуть утримуватися від взаємного інформування. За такої умови між ними можливий розвиток антагоністичної гри, в якій гравці повинні виробляти свої вибори одночасно, не знаючи про вибір один одного. Тому і порт, і станція повинні обирати стратегії, розраховані на найгіршу для них поведінку контрагентів, тобто керуватися принципом гарантованого результату в вигляді максимінного виграшу для них, тобто

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= \max_D \min_G F_1(x, z); \\ F_2 &= \max_G \min_D F_2(x, z) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

У той же час по завершенні етапів дискусії і діалогу, коли стає можливим пошук компромісу, конкурентне протистояння між взаємодіючими суб'єктами практично повністю втрачає конфліктну гостроту, хоча у кожного суб'єкта як і раніше зберігається прагнення максимізувати власну вигоду, але вже без нанесення шкоди контрагенту (контрагентам). За такої умови взаємини між конкуруючими суб'єктами набувають характеру співробітництва, що дозволяє трактувати їх в формальному плані як кооперативну гру в формі арбітражного рішення або завдання торгу по Дж. Нешу [16].

При пошуку арбітражного рішення досліджується безліч можливих результатів гри

$$\bar{S} = \{(x, z) : x \in D, Z \in G\}, \quad (2)$$

з кожним з яких зв'язуються виграші порту і станції.

Далі за результатами попередньої домовленості між партнерами по ТВ фіксується безліч допустимих результатів $S \in \bar{S}$, причому безліч $S \in \bar{S}$ в двовимірному просторі виграшів гравців має вигляд

$$W = \{(u, v) : u = f(x, z), v = g(x, z), (x, z) \in S\}, \quad (3)$$

і носить назву безлічі допустимих арбітражних рішень.

В принципі і порт, і станція не зобов'язані погоджуватися з арбітражним рішенням, і тоді вони можуть задовольнятися рішеннями \bar{u} (для порту) \bar{v} (для станції), які забезпечуються кожним суб'єктом самостійно. Відповідність цього рішення точку (\bar{u}, \bar{v}) називають точкою status quo або точкою розладу. Відзначимо, що в якості (\bar{u}, \bar{v}) можна приймати, наприклад, гарантовані виграші гравців, які визначаються за формулами (1).

Тройка (W, \bar{u}, \bar{v}) – є арбітражним завданням, для якої існує арбітражне рішення (u^*, v^*) , де u^*, v^* – виграші першого і другого гравця відповідно. При цьому відображення A , яке кожне арбітражне завдання (W, \bar{u}, \bar{v}) ставить у відповідність арбітражному рішенням $(u^*, v^*) = A(W, \bar{u}, \bar{v})$ визначається як арбітаржна схема.

Арбітражне рішення для випадку двох гравців, що відповідає умовам нашого прикладу, вперше визначив Дж. Неш і обґрунтував коректність його досягнення при справедливості системи певних аксіом (або припущень в термінології [16]).

У теоремі Дж. Неша стверджується, що якщо безліч W опукло, замкнуто, обмежено і має внутрішні точки, то існує єдине арбітражне відображення A , що задовольняє згаданій аксіомі. При цьому визначається умовою рішення

$$\left(\bar{u}^* - \bar{u} \right) \left(\bar{v}^* - \bar{v} \right) = \max_{(u, v) \in W} (u - \bar{u}) (v - \bar{v}) \quad (4)$$

та іменується арбітражним рішенням Дж. Неша.

Таким чином, завдання відшукування арбітражного рішення Дж. Неша складається з максимізації функції $F(u, v) = (u - \bar{u})(v - \bar{v})$ на безлічі W .

Моделювання процесу перевалки вантажів. Видається очевидним, що завдання з відшукування компромісних рівнів часових нормативів ЄТПРТВ формально повністю задовольняє умовам теореми Дж. Неша, в силу чого використання при її дослідженні процедури пошуку арбітражного рішення є правомірним.

Будемо розглядати обговорювану задачу в такій постановці. Припустимо, що протягом деякого інтервалу часу, розбитого на r ($k=1, r$) відрізків (наприклад, часів), необхідно реалізувати ППВ шляхом переміщення в межах ТВ певних обсягів вантажопотоків (наприклад, відповідних завантаженню залізничних вагонів або магістральних автомобілів, або судових партій) по заздалегідь прийнятими організаційно-технологічними варіантами (ОТВ) з проходженням через конкретну фіксацію виробничих зон.

При цьому в якості виробничих будемо розглядати зони, обладнані на припортовій залізничній станції (шлях – головний, приймально-відправний, відстійний і сполучений з портом), в порту (виставкові залізничні колії, вантажні фронти – кордонні, тилові, складські) і поблизу порту (транзитно-вантажні термінали для обслуговування магістральних автомобілів). Домовимося, крім того, вважати, що виробничі зони характеризуються пропускною спроможністю і допустимим часом використання в межах інтервалу управління, а їх кількість може при необхідності збільшуватися за рахунок переведення контингенту робітників з інших об'єктів, що обслуговуються підприємствами ТВ.

Будемо також вважати, що ефективність реалізації ППВ оцінюється за ступенем забезпечення норм часу перебування в ТВ вантажів і транспортних засобів, що відповідає інтересам клієнтури і тим самим сприяє підвищенню в їхньому уявленні привабливості (так само конкурентоспроможності) ТВ. А ця обставина однаково вигідна всім суб'єктам ТВ, в силу чого вона може служити для них спільною метою і, отже, гарантією згоди.

Перейдемо до формалізації обговорюваної задачі і введемо необхідні позначення, а саме:

Відомі величини (задані константи):

i – індекс виробничих зон для обслуговування вантажопотоків ($i = \overline{1, m}$);

j – індекс обслуговуваних вантажопотоків ($j = \overline{1, m}$);

k – індекс відрізків часу розглянутого інтервалу управління ($k = \overline{1, r}$);

T_{jk} – резерв робочого часу i -ї зони на протязі k -го відрізка часу;

a_{ijk} – питома ресурсомісткість (трудомісткість) обслуговування j -го вантажопотоку в i -й зоні на протязі k -го відрізка часу;

\underline{x}_{ijk} та \overline{x}_{ijk} – відповідно мінімальний і максимальний об'єми j -го вантажопотоку, які необхідно обслужити в i -й зоні на протязі k -го відрізка часу;

\underline{t}_{ijk} та \overline{t}_{ijk} – відповідно мінімально і максимально допустимий час використання i -ї зони для обслуговування j -го вантажопотоку на протязі k -го відрізка часу;

f_{ijk} – питомий дохід обслуговування j -го вантажопотоку в i -й зоні на протязі k -го відрізка часу;

c_{ik} – питоми витрати на утримання i -ї зони на протязі k -го відрізка часу.

Невідомі величини (керовані змінні):

x_{ijk} – плановий обсяг обслуговування j -го вантажопотоку в i -й зоні на протязі k -го відрізка часу;

t_{ijk} – плановий час використання i -ї зони для обслуговування j -го вантажопотоку на протязі k -го відрізка часу.

У наведених позначеннях шукана модель задачі оптимізації ППВ має вигляд

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r f_{ijk} x_{ijk} - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r c_{ik} t_{ijk} \rightarrow \max; \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{ijk} - \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{ijk} = 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ijk} \leq T_{ik}, \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, r}; \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} \underline{x}_{ijk} \leq x_{ijk} \leq \overline{x}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, r}; \\ \underline{t}_{ijk} \leq t_{ijk} \leq \overline{t}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, r}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Умови наведеної моделі мають такий змістовний сенс:

- забезпечення оптимального варіанта реалізації ППВ в сенсі дотримання нормативних термінів обслуговування вантажів і транспортних засобів (5);
- обмеження на використання резерву робочого часу i -ї зони протягом інтервалу планування (6);
- обмеження щодо забезпечення сумарного часу використання основних і додаткових виробничих зон в межах резерву робочого часу на протязі відрізків часу для здійснення ППВ (6);
- відповідність обсягів перевалки вантажів і параметрів виробничих зон заданим межам їх зміни (6)-(8).

Відзначимо, що оптимальність рішення задачі (5)-(8) забезпечується завдяки введенню в цільову функцію (5) оцінок в якості змінних коефіцієнтів при невідомих.

Висновки. Підводячи підсумки розгляду охарактеризованих у даній статті результатів дослідження проблеми забезпечення узгодженого управління ППВ в ТВ, можна зробити висновок, що мета і завдання наступного етапу її опрацювання природним чином пов'язуються з методичним оформленням пропонованого механізму реалізації описаної вище схеми досягнення згоди взаємодіючих в ТВ виробничих підприємств і сервісних структур з подальшою оптимізацією ППВ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Diell H. *Losungsansatz zur mathematischen Modellierung der Kapazitätsbilanzierung für diskontinuierliche Umschlagprozesse* [Text] / H. Diell // *Hebezeuge und Fördertechnik*. – 1987. – V. 27. – № 2. – P. 44-45.
2. Ботнарюк М.В. *Методология формирования транспортного узла как института сетевых партнерских отношений* [Текст] / М. В. Ботнарюк // *Современная конкуренция*. – 2012. – № 3 (38). – С. 98-110.
3. Bird J.H. *Seaports and Seaport Terminals* [Text] / J.H. Bird // London: Hutchinson, 1971.
4. *The changing role of ports in Supply-chain management an Empirical Analyses* [Carbone V and De Martino M] [Text] // *Maritime Policy and management*. – 2003. – V. 30. – № 4. – 405 p.
5. Ritchey T. (1997) *Scenario Development and Risk Management using Morphological Field Analysis: Proceedings of the 5-th European Conference on Information Systems*. – Cork: Cork Publishing Company, 1997. – Vol. 3. – 1053-1059.
6. Zwicky F. (1969) *Discovery, Invention, Research - Through the Morphological Approach*. – Toronto: The Macmillan Company, 1969.

7. Dorigo M., Maniezzo V., Colorni A. *The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. – Part B. – Vol. 26. – № 1. – 1996. – P. 1-13.*
8. Krishnaiyer K., Cheragh S.H. *Ant Algorithms: review and Future Applications: IERC'02, Industrial Engineering Research Conference. – Orlando, USA, may 2002.*
9. Куренков, П.В. *Управление доставкой внешнеторговых грузов в смешанном сообщении [Текст]: Дис. ... д-ра экон. наук / П.В.Куренов. – М.: ГУУ, 1999. – 478 с.*
10. Хоар Н. *Взаимодействующие последовательные процессы [Текст] / Н. Хоар: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 264 с.*
11. Milner R.A. *Calakus of Communicating Sustems, Lektur Notes in Computer Science 92. –New York: Springer-Verlag, 1980.*
12. Клепиков В.П. *Методология комплексного развития транспортных систем в проектах взаимодействия железнодорожного и морского транспорта [Текст]: Дис. ... д-ра техн. наук / В.П. Клепиков. – М.: МГУПС (МИИТ), 2007. – 352 с.*
13. Сычев А.А. *Организация работы транспортного узла в составе транспортного коридора [Текст]: Дис. ... канд. техн. наук / А.А. Сычев. – Ростов н/Д: РГУПС, 2009. – 167 с.*
14. Гордон Ян Х. *Маркетинг партнерских отношений [Текст] / Ян Х. Гордон: Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2001. – 379 с.*
15. Андреев С.С. *Теория социального управления: субъект и объект социального управления [Текст] / С.С. Андреев // Социально-гуманитарные знания. – 2001. – № 1. – С. 80-96.*
16. Льюс Р. *Игры и решения [Текст] / Р. Льюс, Х. Райфа. – М.: Изд-во иностр. лит., 1961. – 642 с.*

Стаття надійшла до редакції 20.10.2017

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент, речник генерального директора стивідорної компанії ТОВ «Новотех-Термінал» **Ю.І. Овсянніков**

кандидат технічних наук, професор кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних робіт» Одеського національного морського університету **Д.М. Решетков**