

14. Demin, D. A. Synthesis of optimal temperature regulator of electroarc holding furnace bath [Text] / D. A. Demin // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2012. – № 6 – P. 52–58.
15. Hong, D. H. Fuzzy linear regression analysis for fuzzy input–output data using shape-preserving operations [Text] / D. H. Hong, S. Lee, H. Y. Do // Fuzzy Sets and Systems. – 2001. – Vol. 122, Issue 3. – P. 363–542. doi: 10.1016/S0165-0114(00)00003-8
16. Yang, M.-S. Fuzzy least-squares linear regression analysis for fuzzy input–output data [Text] // M.-S. Yang, T.-S. Lin // Fuzzy Sets and Systems. – 2002. – Vol. 126, Issue 3. – P. 389–399. doi: 10.1016/S0165-0114(01)00066-5
17. Seraya, O. V. Linear regression analysis of a small sample of fuzzy input data [Text] / O. V. Seraya, D. A. Demin // Journal of Automation and Information Sciences. – 2012. – Vol. 44, Issue 7. – P. 34–48. doi: 10.1615/jautomatinfscien.v44.i7.40
18. Kuts, A. M. Method of presentation of expert information by means of fuzzy logic and obtaining the group assessment of expert opinions [Text] / A. M. Kuts // Technology audit and production reserves. – 2015. – Vol. 2, Issue 2 (22). – P. 17–21. doi: 10.15587/2312-8372.2015.40778
19. Ломотько, Д. В. Удосконалення функціонування автоматизованої системи розподілу транспортних ресурсів на Харківській дирекції залізничних перевезень [Текст] / Д. В. Ломотько, А. О. Ковальов, О. В. Ковальова // Збірник наукових праць. Харків : УкрДАЗТ. – 2013. – Вип. 137. – С. 5–10.
20. Developers of Your Spreadsheet's Solver. Optimization Concepts [Electronic resource]. – 2002. – Available at : <http://www.frontsys.com>
21. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств : пер. с франц. [Текст] / А. Кофман. – Москва : Радио и связь, 1982. – 432 с.
22. Ломотько, Д. В. Метод оцінки та відбору нечіткої інформації при формуванні систем підтримки прийняття рішень у підрозділах залізниць [Текст] / Д. В. Ломотько // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2007. – № 2. – С. 3–9.
23. Kosko, B. Neural Networks and Fuzzy Systems [Text] / B. Kosko. – Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 1992. – 449 p.

Викладен підхід до формування оптимального механізму забезпечення погодженого управління процесом доставки вантажів з перевалкою їх в загальнотранспортних вузлах. Цей підхід засновано на теоретико-методологічному інструментарії теорій ігор та досягнення згоди між учасниками здійснення процесу транспортування вантажів за схемою «від дверей до дверей»

Ключові слова: процес доставки вантажів, загальнотранспортний вузол, процес перевалки вантажів, механізм узгодження управління доставкою вантажів

Изложен подход к формированию оптимального механизма обеспечения согласованного управления процессом доставки грузов с перевалкой их в общетранспортных узлах. Этот подход основан на теоретико-методологическом инструментарии теорий игр и достижения согласия между участниками осуществления процесса транспортировки грузов по схеме «от двери до двери»

Ключевые слова: процесс доставки грузов, общетранспортный узел, процесс перевалки грузов, механизм согласования управления доставкой грузов

УДК 656.615.078.111/.117
DOI: 10.15587/1729-4061.2015.54273

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИГРОВОГО ПОДХОДА К СОГЛАСОВАНИЮ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТАВКОЙ ГРУЗОВ С ПЕРЕВАЛКОЙ В ОБЩЕТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ

А. О. Мурадян
Ассистент

Кафедра эксплуатации морских портов
Одесский национальный морской университет
ул. Мечникова, 34, г. Одесса, Украина, 65029
E-mail: fhcty1@rambler.ru

1. Введение

Прогресс в развитии мировой и национальных экономик, наметившийся на рубеже XX–XXI веков, обострил проблему совершенствования теории и практики управления во всех звеньях и ячейках народнохозяйственного комплекса. Актуальность ука-

занной ориентации стремительно возрастает на современном этапе вследствие стабилизации общемирового экономического кризиса, который охватил и Украину. В такой ситуации наиболее реальной является постановка вопроса о сосредоточении усилий на смягчении (в идеале устранении) существующих негативов в функционировании экономики за счет повышения

эффективности использования имеющегося производственного потенциала на основе приведения в действие источников эффективности, кроющихся в сфере управления и реализуемых без привлечения инвестиционных ресурсов. Представляется корректным распространить этот вывод и на деятельность транспортной отрасли в целом, а также всех её внутривидовых и межвидовых образований или систем в терминологии системотехники.

Все изложенное выше является актуальным для комплексов предприятий, образующих так называемые общетранспортные узлы (ОТУ), то есть комплексы предприятий, относящихся к двум и более видам «пересекающихся» видов магистрального транспорта. При этом миссия ОТУ видится такой: с одной стороны, они организуют и осуществляют весьма важную производственную функцию – процесс перевалки грузов (ППГ); с другой стороны, – выполняют функцию своего рода демпфера для «смягчения» недостатков в работе смежных видов транспорта, накапливающихся на стадии перевозки грузов. В обоих случаях ключевую роль в обеспечении управления ОТУ и их взаимодействия с сопряженными транспортными системами-перевозчиками, а также иными организациями играет степень совершенства механизма согласования управления как совместно реализуемыми этапами процесса доставки грузов, так и последствиями этого процесса в деловом и организационно-правовом смысле для всех субъектов ОТУ.

Выделенная проблема обеспечения согласованной работы предприятий ОТУ при осуществлении ППГ имеет более чем вековую историю. Однако до настоящего времени она, как показывает анализ публикаций в этой области, остается недостаточно изученной, из чего правомерно следует вывод о целесообразности разработки темы, вынесенной в название данной статьи.

Обращение к игровому истолкованию взаимоотношений субъектов ОТУ при организации и осуществлении ППГ обусловливается необходимостью учета конкурентного противостояния указанных субъектов как объективно существующей компоненты их делового взаимодействия, на что до сих пор исследователи не обращали внимания.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Определенная выше задача создания методических основ обеспечения согласованного управления ППГ в самостоятельной постановке до сих пор специально не исследовалась. Однако её отдельные аспекты затрагивались в составе исследований, посвященных решению проблемы организации доставки грузов по схеме «от двери до двери». На протяжении последнего двадцатилетия в такого рода исследованиях, опубликованных в отечественной транспортной литературе, на первый план вышли вопросы, связанные с поиском путей повышения эффективности функционирования транспортно-экспедиторских компаний как стратегических организаторов транспортировки грузопотоков из районов их зарождения в районы погашения, что отражено наиболее полно в характеризующих ниже публикациях. При этом в указанных работах внимание фокусируется на основных сторонах деятельно-

сти транспортно-экспедиторских компаний, включая: стратегию и тактику использования принципов логистики [1]; обоснования экономико-правового статуса компаний [2]; методологию оценки конкурентного «климата» на рынках транспортно-экспедиторских услуг [3]; анализ проблем транспортного экспедирования, характеристику современной практики организации работы компаний и особенности формирования их доходов [4–7]; организацию управления транспортно-экспедиторской деятельностью компаний разных категорий [8].

Особо следует отметить труды, в которых содер­жатся предложения по разработке механизмов управления транспортно-экспедиторскими компаниями в части оперативного планирования и регулирования процесса доставки грузов. Так, в работе [9] исследована задача оперативного управления распределением между складами грузовой железнодорожной станции вагонов для их разгрузки. Эта задача в формальной постановке представлена как бескоалиционная игра многих лиц, в качестве которых выступают грузовые склады, а метаигроком (лицом, принимающим решения) является некий центр, аналог транспортно-экспедиторской компании. В статье [10] характеризуются основные цели и задачи транспортно-экспедиторских компаний, а через их призму – механизмы управления, учитывающие интересы всех участников транспортировки грузов. В таком же ключе выполнена работа [11], в которой рассматривается методическая база для совершенствования планирования деятельности транспортно-экспедиторских компаний в сфере мультимодальных перевозок. При этом в [10, 11] приводится аналитическое решение задачи синтеза механизма управления деятельностью транспортно-экспедиторской компании в игровой постановке.

Из совокупного рассмотрения охарактеризованных выше результатов аналитического обзора современных публикаций вытекает, что данная проблема еще недостаточно изучена.

Аналогичная ситуация наблюдается и в зарубежной научной литературе. Так, в обстоятельно написанной статье [12] содержится весьма квалифицированный обзор публикаций из 18-ти позиций, посвященных анализу различных аспектов взаимодействия региональных логистических узлов. Однако ни в одном из этих источников исследуемая в данной статье проблема не рассматривается.

3. Цель и задачи исследования

В настоящем исследовании ставится цель сформировать концепцию игрового подхода к согласованию управления ППГ на основе идей и методологического инструментария теорий игр [13] и согласия [14], исходя из удовлетворения интересов взаимодействующих в ОТУ участников осуществления процесса доставки грузов.

Для достижения поставленной таким образом цели были определены следующие задачи:

– обосновать предпосылки постановки проблемы управления ППГ в терминах сетевого маркетинга взаимодействия;

- построить адекватную поставленной проблеме сеть организации взаимоотношений участников реализации процесса доставки грузов и охарактеризовать содержание дуальных взаимодействий между ними и оператором смешанных перевозок;
- алгоритмизировать процедуру осуществления дуальных взаимодействий субъектов исследуемой сети в терминах некоалиционной игры нескольких участников с противоположными интересами;
- разработать механизм выработки согласованного управления взаимодействием субъектов исследуемой сети;
- обосновать подход к реализации механизма обеспечения согласованного управления в рамках дуальных взаимодействий субъектов исследуемой сети.

4. Концепция игрового подхода к обеспечению согласованного управления процессами перевозки и перевалки грузов

Предварительно определимся с понятием «согласованное управление» в приложении к процессам перевозки и перевалки как этапам доставки грузов, базируясь на идеях маркетинга взаимодействия и социального управления комплексами контактирующих систем. Исходя из этого, под согласованным управлением упомянутыми процессами будем понимать такой вариант их организации и осуществления, при котором удовлетворяются интересы каждого элемента системы (транспортного предприятия) в максимально возможной степени в смысле оптимальности по Парето.

При этом, как показано в [15], будем учитывать, что взаимоотношения между субъектами ОТУ целесообразно строить на принципах маркетинга взаимодействия, базирующегося на методологическом инструментарии экономических и поведенческих наук. При таком условии деловые отношения между упомянутыми субъектами ОТУ могут устанавливаться на дуальной (двухсторонней) и сетевой (многосторонней) основе при реализации их контактов в областях информационного, технологического и экономического (коммерческого) взаимодействия в режимах долговременного и краткосрочного управления.

Оба указанных варианта установления взаимоотношений между субъектами ОТУ реализуются в долговременной постановке при их экономическом взаимодействии. Эти варианты объединяет то, что фигурирующие в каждом из них субъекты ОТУ выступают в качестве деловых партнеров и конкурентов. Активность данных субъектов связывается с достижением каждым из них собственной выгоды при решении задач организации и осуществления ППГ в целом и его составных элементов.

В [16] показано, что для исследования таких задач, конфликтных по своей сути, целесообразно применять методологический арсенал теории игр. В этой работе исследован также первый вариант формирования взаимоотношений – дуальный – в рамках системы «порт/стивидорные компании – управление железной дороги (припортовая железнодорожная станция)». Поэтому далее сосредоточим внимание на сетевом варианте взаимодействия субъектов ОТУ с использованием опыта решения аналогичных по сути задач, рассмотренных в [9–11].

Будем рассматривать сеть, элементам которой соответствуют транспортные предприятия отдельно рассматриваемого ОТУ: порт/стивидорные компании (ПСК), управление железной дороги (УЖД) в единстве с припортовой железнодорожной станцией (ПЖС) и операторами железнодорожного подвижного состава (ОПС), агентская компания (АК) а также экспедиторская компания, в статусе оператора смешанной перевозки грузов (ОСП) с возложенными на него функциями и координационными полномочиями [17]. При этом предполагается, что ОСП имеет деловые связи, с одной стороны с грузовладельцами (ГРВ), а с другой – с транспортными предприятиями, то есть с ОТУ, УЖД и судовладельцами (СДВ), что показано на приведенном ниже рис. 1.

Функционирование этой сети можно представить в формальном плане как некоалиционную игру многих лиц, в нашем случае – контактирующих субъектов ОТУ с не противоположными интересами [18]. Такого рода игрой имитируется совместная деятельность перечисленных выше субъектов ОТУ, связанная с решением весьма важной задачи оперативного управления, формулируемой следующим образом.



Рис. 1. Сетевая модель взаимодействия субъектов ОТУ с участием ОСП

Предположим, что ОСП осуществляет управление доставкой грузов определенных грузовладельцев по схеме «от двери до двери» во взаимодействии с транспортными предприятиями и сервисными организациями ОТУ. При решении этой задачи ОСП, выступая в роли лица, принимающего решение (ЛПР), стремится к достижению минимума расходов ГРВ на доставку грузов за счет максимально возможного сокращения продолжительности выполнения операций обслуживания грузов и подвижного состава на этапах действия транспортных предприятий. При этом для повышения заинтересованности транспортных предприятий в реализации преследуемой ОСП цели считается, что ОСП наделен правом (и это соответствует реалиям практики [17]) назначать субъектом ОТУ бонусы, например, в процентах от тарифной платы за транспортировку и перевалку грузов.

Отметим, что при таком подходе к рыночному управлению взаимоотношениями субъектов ОТУ и ОСП по осуществлению процесса доставки грузов выгода (выигрыш в формальном смысле) участников этого процесса определяется следующим образом:

– для субъектов ОТУ – в виде бонусов от ОСП за ускорение процесса доставки грузов в пределах «своих» зон обслуживания;

– для грузовладельцев – как прирост прибыли за счет сокращения расходов благодаря ускорению доставки грузов;

– для ОСП – в виде бонусов от грузовладельцев за уменьшение транспортной составляющей расходов на доставку грузов.

Решение сформулированной задачи осуществляется по схеме пошагового регулирования процесса доставки грузов. При этом на каждом шаге регулирования предусматривается выполнение следующих действий:

– УЖД, ПСК и СДВ сообщают ОСП по его запросу прогнозные сроки осуществления процесса обслуживания грузов и транспортных средств в их зонах;

– ОСП на основе этих сведений определяет для каждого предприятия выгодные, с его точки зрения (в интересах ГРВ), сроки выполнения операций обслуживания грузов и транспортных средств;

– УЖД, ПСК и СДВ в случае согласия с предложением ОСП реализуют «свои» этапы процесса доставки грузов, стремясь к соблюдению назначенных ОСП сроков.

Взаимодействие между ОСП и каждым его контрагентом по дуальной паре осуществляется в интерактивном режиме с частотой, определяемой ОСП.

Логично предположить, что стратегии транспортных предприятий как участников характеризуемой игры будут основываться на их стремлении добиваться максимально возможного выигрыша (выгоды) в «своих» зонах обслуживания грузов и транспортных средств лично для себя. В то же время ОСП будет преследовать другую цель, состоящую в максимизации своего выигрыша (выгоды) в пользу грузовладельца, то есть по процессу доставки грузов в целом. В обоих случаях выгоду игроков можно связывать с приростом их прибыли: для транспортных предприятий – за счет бонусов ОСП; для ОСП (а в его лице грузовладельцев) – за счет увеличения объемов доставляемых потребителям грузов благодаря сокращению сроков об-

служивания грузов и транспортных средств на этапах перевозки и перевалки.

Обратимся к необходимым для дальнейшего анализа рассматриваемой задачи показателям и введем для них соответствующие обозначения.

Производственные показатели транспортных предприятий:

i – шифр предприятия, ($i = \overline{1, m}$);

Π_i – производственная мощность (провозная/пропускная способность) i -го предприятия;

Q_i – количество грузов, планируемое к обслуживанию i -м транспортным предприятием на этапе их перевозки и перевалки;

r_i – текущая оценка производственной мощности i -го предприятия.

Экономические показатели по процессу доставки грузов в целом:

α – тариф за обслуживание грузов;

β – штраф за несоблюдение установленных сроков (или прогрессивно возрастающая плата за задержку) обслуживания грузов и транспортных средств.

Отметим, что значения обоих указанных экономических показателей здесь принимаются в качестве усредненных величин, что, однако, не влияет на общность обоснований и выводов.

В приведенных обозначениях функции выигрыша ОСП (F_0) и транспортных предприятий (F_i) как участников игры можно представить в соответствии с содержащимися в [9] рекомендациями следующим образом:

$$F_0 = -\beta \sum_{i=1}^m \frac{Q_i^2}{2\Pi_i}; \quad (1)$$

$$F_i = \alpha Q_i - \beta \frac{Q_i^2}{2\Pi_i}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (2)$$

При этом необходимо учитывать, что управляющие решения на уровне ОСП должны вырабатываться с учетом соблюдения ограничения на допустимую величину сокращения срока доставки грузов (T), фиксируемого в соответствии с принципом обеспечения доставки грузов «точно в срок»,

$$Q_1/p_1 + Q_2/p_2 + \dots + Q_i/p_i + \dots + Q_m/p_m = T. \quad (3)$$

Механизм управления процессом доставки грузов на отдельном этапе его осуществления реализуется следующим образом:

– транспортные предприятия сообщают ОСП оценки r_i своей производственной мощности для рассматриваемого этапа, причем эти величины могут задаваться некоторым интервалом ($\underline{r}_i \leq r_i \leq \overline{r}_i = \Pi_i$);

– располагая вектором $p = (p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_m)$, ОСП устанавливает показатель α и план $\{Q_i\}$, используя некоторый закон $\{\psi_k(p) | k = 0, 1, \dots, m\}$:

$$\alpha = \psi_0(p), \quad Q_i = \psi_i(p), \quad i = \overline{1, m}; \quad (4)$$

– ОСП определяет транспортным предприятиям плату за выполняемый объем обслуживания грузов и транспортных средств или их выигрыш как участников игры в размере $F_i(Q_i)$.

Для обоснования и моделирования стратегий поведения транспортных предприятий в переговорах с

ОСП необходимо предварительно установить характер их поведения как участников игры. Представляется вполне вероятным, что на каждом шаге взаимодействия ОСП с транспортными предприятиями могут соблюдаться гипотезы о полной информированности и рациональном поведении игроков. При такой посылке можно считать, что транспортные предприятия как участники игры предпочтут, во-первых, изменять свои оценки p_i , во-вторых, делать это достаточно медленно и, в-третьих, все изменения указанных оценок принимать всегда в сторону их увеличения.

В итоге можно утверждать, что деловое поведение транспортных предприятий будет осуществляться в режиме индикативного поведения, в силу чего рассматриваемую задачу можно сформулировать следующим образом: определить закон управления $\{\psi_k^{(0)}(p)\}$, для которого система «ОСП – транспортные предприятия» имеет устойчивую равновесную точку, в которой режим управления этой системой является квазиоптимальным (вследствие приближенного задания оценок p_i).

В предположении о соблюдении упомянутых выше гипотез правомерно считать, что в исследуемой системе оптимальным является следующий закон управления:

$$\psi_0^{(1)}(p) = \beta\gamma(\Pi), \quad \psi_i^{(1)}(\Pi) = \gamma(\Pi)P_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad (5)$$

где

$$\gamma(\Pi) = \frac{Q}{\min P_i}. \quad (6)$$

Для оценки степени оптимальности закона (5) достаточно сопоставить его следующие модификации $\{\psi_k^{(2)}\}$ и $\{\psi_k^{(3)}\}$:

$$\psi_0^{(2)}(p) = \tilde{\alpha} = \text{const}, \quad \psi_i^{(2)}(p) = \gamma(p) p_i, \quad i = \overline{1, m}; \quad (7)$$

$$\psi_0^{(3)}(p) = \beta\gamma(p), \quad \psi_i^{(3)}(p) = \gamma(p) p_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad (8)$$

сформированные путем замены в (7) вектора производственной мощности транспортных предприятий Π вектором её текущих оценок p . Кроме того, в (7) $\psi_0^{(2)}(p)$ на всех этапах доставки грузов считается одинаковым.

Как отмечается в [9], теоретическое исследование законов $\{\psi_k^{(2)}\}$ и $\{\psi_k^{(3)}\}$ приводит к следующим выводам:

- при законе $\{\psi_k^{(2)}\}$ рассматриваемая система не имеет устойчивой равновесной точки вследствие большой погрешности в оценках текущих значений производственной мощности транспортных предприятий, что характерно для начальных шагов реализации механизма оперативного регулирования процесса доставки грузов;

- при законе $\{\psi_k^{(3)}\}$ система имеет устойчивую равновесную точку $p^* = (p_1^*, p_2^*, \dots, p_1^*, \dots, p_m^*)$;

- при достаточно большом m с высокой степенью точности $p^* = \Pi$.

Из сопоставления (5), (7) и (8) с очевидностью следует, что закон управления $\{\psi_k^{(3)}\}$ позволяет получить «почти оптимальное» решение рассматриваемой задачи в силу того, что в случае исследования процесса доставки грузов по мере приближения к его завершению точность прогнозных оценок p_i повышается.

Перейдем к обоснованию подхода к разработке методики реализации закона $\{\psi_k^{(3)}\}$ в рамках задачи обеспечения «игрового» взаимодействия ОСП с ПСК и УЖД. Для формализации задачи введем необходимые обозначения. При этом будем рассматривать, как и прежде грузопотоки в единстве с подвижным составом – железнодорожными вагонами на континентальном плече доставки грузов и судами на морском плече.

Известные величины (задаваемые константы):

Q – плановый объем предъявляемого к перевозке и перевалке грузопотока;

q_1 и q_2 – загрузка соответственно железнодорожного состава и судна;

s_1 и s_2 – удельные расходы по железнодорожному составу и судну соответственно;

α_1 и α_2 – тарифы на перевозку груза по железной дороге и перевалку в порту соответственно;

$\underline{\alpha}_1$ и $\underline{\alpha}_2$ – минимально допустимые значения тарифов для соответственно УЖД и ПСК;

$\bar{\alpha}_1$ и $\bar{\alpha}_2$ – максимально допустимые значения тарифов для соответственно УЖД и ПСК;

N_1 и N_2 – верхние границы по количеству железнодорожных составов и судозаходов в порт;

C – суммарный объем ресурса (финансовых средств) ОСП.

Неизвестные величины (управляемые переменные):

x_1 и x_2 – количество соответственно железнодорожных составов и судозаходов в порт.

Отметим, что расходы предприятий ОТУ (R_1, R_2) могут быть представлены функциями вида:

$$R_1 = s_1(x_1) = s_1 q_1 x_1; \quad (9)$$

$$R_2 = s_2(x_2) = s_2 q_2 x_2. \quad (10)$$

Тогда целевые функции предприятий ОТУ (F_1, F_2) будут иметь вид:

$$F_1 = \alpha_1 Q - s_1(x_1) = \alpha_1 Q - s_1 q_1 x_1; \quad (11)$$

$$F_2 = \alpha_2 Q - s_2(x_2) = \alpha_2 Q - s_2 q_2 x_2. \quad (12)$$

При этом зависимости между известными и неизвестными величинами характеризуются следующим образом:

- количество обслуживаемых железнодорожных составов (групп вагонов) и судозаходов не должно превышать их верхней границы, то есть:

$$\left. \begin{aligned} 0 \leq x_1 \leq N_1; \\ 0 \leq x_2 \leq N_2; \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

- объёмы грузов, завозимых в ОТУ и вывозимых из ОТУ, должны быть в точности равны плановому объёму грузопотока, то есть:

$$\left. \begin{aligned} q_1 x_1 = Q; \\ q_2 x_2 = Q; \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

- совокупные расходы ОСП на предоставление бонусов предприятиям ОТУ не должны превышать имеющегося у ОСП финансового ресурса, то есть:

$$\alpha_1 Q + \alpha_2 Q \leq C; \quad (15)$$

– предприятия ОТУ должны стремиться к максимизации своей прибыли, то есть:

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= \alpha_1 Q - s_1 q_1 x_1 \rightarrow \max; \\ F_2 &= \alpha_2 Q - s_2 q_2 x_2 \rightarrow \max. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Очевидно, совокупность соотношений (13)–(16) соответствуют экономико-математической модели задачи многокритериальной оптимизации. Эта задача содержит в себе противоречие между критериями (16), которое, однако, является нестрогим, так как оно определяется ОСП. В силу этого область допустимых решений X распадается на две непересекающиеся части: область согласия X^c и область компромисса X^k . В первой области противоречие между критериями отсутствует, в силу чего искомое решение задачи может быть улучшено одновременно по обоим критериям или, во всяком случае, без ухудшения уровня любого из обоих критериев. В области компромисса существует противоречие между критериями, то есть улучшение качества решения по одному критерию ухудшает качество решения по другому критерию.

Из последнего утверждения следует, что оптимальное решение задачи (13)–(16) может принадлежать только области компромисса, то есть $x^* \in X^k$, так как в области согласия X^c решение может и должно быть улучшено по обоим критериям. В силу этого выделение области компромисса X^k следует считать важнейшим этапом решения характеризуемой задачи.

Среди множества компромиссных решений в области X^k всегда существует оптимальное по Парето решение, то есть такое допустимое решение, которое по критериям α_1 и α_2 превосходит все другие решения.

Важную роль в решении исследуемой задачи играет ОСП, который во взаимодействии с УЖД и ПСК устанавливает тарифы α_1 и α_2 с учетом поощрительных бонусов к ним. При этом право выбора уровней этих тарифов может предоставляться обоим предприятиям, но в рамках ограничений $\underline{\alpha}_1 \leq \alpha_1 \leq \bar{\alpha}_1$ и $\underline{\alpha}_2 \leq \alpha_2 \leq \bar{\alpha}_2$, что необходимо для получения оптимального по Парето решения задачи.

Логично предположить, что УЖД и ПСК осознают, как именно сообщаемая ими ОСП информация влияет на уровень тарифов α_1 и α_2 , а, в конечном счете, – на значение их целевых функций. Понятно, что в такой ситуации оба предприятия могут прибегнуть к манипулированию, т. е. сообщать ОСП такую информацию, которая претендует на получение максимальной выгоды для каждого предприятия, что возможно при $\alpha_1 = \bar{\alpha}_1$ и $\alpha_2 = \bar{\alpha}_2$. Отсюда возникает вопрос о возможности построения для системы УЖД–ПСК механизма согласия, основанного на сообщении обоими предприятиями достоверной информации. Этот вопрос решается на основе следующих рассуждений.

Предположим, что ОСП располагает определенным финансовым ресурсом, который он может распределить в виде бонусов к тарифам между УЖД и ПСК. Обозначим через α_1^* и α_2^* действующие тарифные ставки. Пусть при этом решение о величине бонусов для транспортных предприятий ОСП принимает на основании заявок предприятий $C_1 = \alpha_1 Q$ и $C_2 = \alpha_2 Q$, где C_1 и C_2 – заявки исполнителей. Понятно, что если $C_1 + C_2 \leq C$, то решение задачи является тривильным, то есть достаточно положить $\alpha_1 Q = C_1$ и

$\alpha_2 Q = C_2$. В противном случае, то есть когда $C_1 + C_2 > C$, возникает проблема, которая решается следующим образом.

Предположим, что заявки предприятий ОТУ ограничены ($0 \leq C_1 \leq C$ и $0 \leq C_2 \leq C$), то есть любое из предприятий может либо отказаться от бонуса, либо запросить в его качестве весь ресурс ОСП. Допустим также, что ОСП применяет механизм распределения ресурса, основанный на принципе пропорционального распределения, то есть

$$\alpha_i Q = \frac{C_i}{C_1 + C_2} C, \quad i = 1, 2. \quad (17)$$

Из вышеизложенного с очевидностью вытекает, что количество ресурса (величина бонуса), получаемое каждым предприятием ОТУ, зависит как от его собственной заявки, так и от заявки партнера по ОТУ, что в формальном плане соответствует понятию игры, в которой предприятия ОТУ выступают в качестве игроков, а ОСП имеет статус метаигрока с правом выбора механизма распределения ресурса между игроками.

Рассмотрим характерные случаи формирования заявок игроков, передаваемых метаигроку.

Первый случай соответствует ситуации, когда $\alpha_1 = +\infty$, $\alpha_2 = +\infty$, то есть оба игрока настроены на получение максимального количества ресурса. В этом случае достигается равновесие по Нэшу ($C_1^* = C_2^* = C$), когда одностороннее отклонение от точки равновесия невыгодно никому из игроков. Действительно, ни один из игроков не может подать метаигроку заявку $C_i > C$, $i = 1, 2$. Подавая заявку $C_i < C$, i -й игрок получит строго меньшее количество ресурса (при условии, что $C_j = C_j^* = C$, $j \neq i$), то есть, отклоняясь от точки равновесия, он уменьшит (не увеличит) значение своей функции предпочтения. В этом случае $\alpha_1^* Q = \alpha_2^* Q = C/2$. Точно также можно утверждать, что ситуация равновесия не изменится, если $\alpha_1^* Q > C/2$, $\alpha_2^* Q > C/2$.

Второй случай распространяется на ситуацию, когда $\alpha_1^* Q \leq C/2$, $\alpha_2^* Q \leq C/2$. В этом случае заявка C_2^* , очевидно, равна C , а заявка C_1^* пусть равна $C_1^* = \alpha_1^* Q / (C - \alpha_1^* Q)$. Тогда можно показать, что $\alpha_1 Q^* = \alpha_1^* Q$, $\alpha_2 Q^* = C - \alpha_1^* Q$.

Действительно, подставив $C_1^* = \alpha_1^* Q / (C - \alpha_1^* Q)$ и $C_1^* + C_2^*$ в формулу (17) и поделив $\alpha^* Q$ на C , получим $\alpha_1 = \alpha_1^*$, что показано при выведении формулы (18).

$$\alpha_1 Q = \frac{\frac{\alpha_1^* Q}{(C - \alpha_1^* Q)}}{\frac{\alpha_1^* Q}{(C - \alpha_1^* Q)} + C};$$

$$\alpha_1 Q / C = \frac{\frac{\alpha_1^* Q / C}{(1 - \alpha_1^* Q / C)}}{\frac{\alpha_1^* Q / C + 1 - \alpha_1^* Q / C}{1 - \alpha_1^* Q / C}} = \alpha_1^* Q / C \quad (19)$$

или

$$\alpha_1 = \alpha_1^*. \quad (20)$$

Аналогично, подставив $C_2^* = C$, и $C_1^* + C_2^*$ в формулу (17),

$$\alpha_2 Q = \frac{C}{\frac{\alpha_1^* Q}{(C - \alpha_1^* Q)} + C};$$

$$\alpha_2 Q / C = \frac{1}{\frac{\alpha_1^* Q / C + 1 - \alpha_1^* Q / C}{(1 - \alpha_1^* Q / C)}} = (1 - \alpha_1^* Q / C) \quad (21)$$

или

$$\alpha_2 = C / Q - \alpha_1^* \quad (22)$$

Итак, мы получили механизм установления согласия в управлении ППГ, реализуемый в ОТУ в процессе взаимодействия ПСК и ПЖС как структурного подразделения УЖД. Этот механизм является не манипулируемым и оптимальным по Парето. Он поддается обобщению на случай распределения общего ресурса («бонусной» суммы) ОСП между несколькими игроками, что доказано в [13].

6. Обсуждение результатов исследования

Следует отметить, что охарактеризованные в настоящем исследовании методические положения по обоснованию механизма согласования управления ППГ раскрывают также суть упомянутых в [15] основных аксиом Дж. Нэша:

- допустимости (условие, $\alpha_1 > 0, \alpha_2 > 0$);
- индивидуальной рациональности (условие

$$\alpha_1 Q + \alpha_2 Q \leq C, \alpha_1 > 0, \alpha_2 > 0);$$

- оптимальности по Парето ($\alpha^*1Q + \alpha^*2Q = C$, так как увеличение α^*1 ведет к снижению α^*2);
- ограниченности стратегии (изменение C в условии $\alpha_1 Q + \alpha_2 Q = C$ не должно приводить к изменению решений игроков).

Из приведенных в данной статье положений вытекает также, что рассмотренный подход к решению задачи синтеза оптимального механизма согласования управления ППГ является универсальным. При заданных «правилах игры» участников, совместно осуществляющих любой процесс, для реализации этого подхода необходимо:

- определить множество допустимых механизмов обеспечения согласованного управления;
- ввести на полученном множестве критерий сравнения этих механизмов как показатель их экономической эффективности;
- решить в аналитической форме задачу синтеза оптимального механизма;
- проанализировать полученное решение и его зависимость от параметров и характеристик оптимального механизма.

При этом, как отмечается в [10, 11], в большинстве случаев синтезированные по этой схеме механизмы управления являются в практическом отношении достаточно эффективными.

7. Выводы

В результате проведенных исследований дано концептуальное обоснование подхода к решению проблемы обеспечения согласованного управления ППГ как составного этапа процесса доставки грузов. В качестве теоретико-методологического инструментария для решения отмеченной проблемы приняты процедура бескоалиционной игры с не противоположными интересами, что позволило сформировать результат – адекватный механизм достижения согласия между участниками коллективно вырабатываемых решений.

В результате проведенных исследований определен подход к решению проблемы обеспечения согласования управления ППГ как составного этапа процесса доставки грузов, основанный на сочетании теоретико-методологических инструментов теорий игр, маркетинга взаимодействия, социального управления и достижения согласия. Установлено, что предлагаемый подход должен основываться на реализации дуальных и сетевых контактов между субъектами ОТУ с учетом факторов содействия (сотрудничества) и противодействия (конкуренции) в их взаимоотношениях.

Построена и исследована сеть взаимодействия транспортных предприятий с оператором смешанных перевозок грузов и сформулирована адекватная ей задача обеспечения согласованного управления доставкой грузов в терминах бескоалиционной игры с противоположными интересами. Для решения этой задачи предложены алгоритм пошагового регулирования процесса доставки грузов и формализованная процедура выработки управляющих решений на каждом шаге с использованием параметров и характеристик процесса доставки грузов.

Обоснован оптимальный закон управления процессом доставки грузов в виде совокупности функциональных зависимостей между производственными и экономическими показателями этого процесса.

Разработан механизм установления согласия между субъектами ОТУ в управлении ППГ в форме алгоритма решения задачи многокритериальной оптимизации с доказательством неманипулируемости и оптимальности по Парето полученного механизма.

Представляется, что дальнейшее исследование рассмотренных в статье вопросов логично связывать с разработкой организационно-технологического и информационного обеспечения реализации предлагаемого механизма установления согласия в привязке к автоматизированным рабочим местам специалистов предприятий ОТУ.

Литература

1. Жихарева, В. В. Использование принципов логистики в деятельности транспортно–экспедиторских компаний [Текст] / В. В. Жихарева // Розвиток методів управління та господарювання на морському транспорті : зб. наук. пр. – 1998. – Вип. 3. – С. 135–142.
2. Котлубай, А. М. Экономико–правовые аспекты деятельности транспортно–экспедиторских компаний [Текст] / А. М. Котлубай // Розвиток методів управління та господарювання на морському транспорті : зб. наук. пр. – 1999. – Вип. 4. – С. 39–53.

3. Семесько, В. М. Конкуренте середовище на регіональному ринку транспортно-експедиторських послуг [Текст] / В. М. Семесько // Розвиток методів управління та господарювання на морському транспорті : зб. наук. пр. – 2006. – Вип. 24. – С. 162–171.
4. Романенко, Е. М. Современные проблемы транспортного экспедирования [Текст] / Е. М. Романенко // Розвиток методів управління та господарювання на морському транспорті : зб. наук. пр. – 2007. – Вип. 26. – С. 138–148.
5. Романенко, Е. М. Особенности формирования доходов транспортно-экспедиторских компаний от обслуживания контейнеропотоков [Текст] / Е. М. Романенко // Розвиток методів управління та господарювання на морському транспорті : зб. наук. пр. – 2008. – Вип. 28. – С. 186–206.
6. Романенко, Е. М. Современная практика организации деятельности транспортно-экспедиторских компаний [Текст] / Е. М. Романенко // Розвиток методів управління та господарювання на морському транспорті : зб. наук. пр. – 2009. – Вип. 29. – С. 164–176.
7. Романенко, Е. М. Элементы системы формирования доходов транспортно-экспедиторских компаний [Текст] / Е. М. Романенко // Розвиток методів управління та господарювання на морському транспорті : зб. наук. пр. – 2009. – Вип. 31. – С. 181–192.
8. Шобанов, А. В. Организация транспортно-экспедиционного обслуживания внешнеторговых перевозок : учеб. пособие для студентов спец. «Мировая экономика» [Текст] / А. В. Шобанов, Е. В. Струкова. – М. : МИИТ, 2006. – 97 с.
9. Бурков, В. Н. Игровой подход к решению задач управления в транспортных узлах [Текст]: тез. докл. Всесоюз. конф. / В. Н. Бурков, С. М. Резер, М. И. Рубинштейн // Экономические проблемы мирового океана. – Одесса, 1977. – С. 121–126.
10. Махуренко, Г. С. О механизмах управления транспортно-экспедиторской компании [Текст] / Г. С. Махуренко, В. Ю. Коротницкий // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті : зб. наук. пр. – 2013. – Вип. 2 (43). – С. 132–149.
11. Савельева, И. В. Планирование перевозок в транспортно-экспедиторской компании [Текст] / И. В. Савельева // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті : зб. наук. пр. – 2015. – Вип. 44. – С. 73–87.
12. Wang, D. Z. Evolutionary Game Analysis of Co-opetition Relationship between Regional Logistics Nodes [Text] / D. Z. Wang, M. X. Lang, Y. Sun // Journal of Applied Research and Technology. – 2014. – Vol. 12, Issue 2. – P. 251–260. doi: 10.1016/s1665-6423(14)72341-7
13. Нейман, Дж. Теория игр и экономическое поведение [Текст] / Дж. Нейман, О. Моргенштерн. – М.: Наука, 1970. – 708 с.
14. Бурков, В. Н. Как управлять проектами : науч.-практ. изд. [Текст] / В. Н. Бурков, Д. А. Новиков. – М.: Синтег-ГО, 1997. – 188с.
15. Мурад'ян, А. О. Основи формування механізму узгодження управління вантажоперевалочним процесом у поняттях маркетингу взаємодії [Текст] / А. О. Мурад'ян // Вісник Одеського національного морського університету : зб. наук. пр. – 2015. – Вип. 2 (44). – С. 154–165.
16. Muradian, A. Ensuring a coordinated cargo transshipment process management in general transport hubs [Text] / A. Muradian // Technology audit and production reserves. – 2014. – Vol. 3, Issue 1 (17). – P. 48–53. doi: 10.15587/2312-8372.2014.25291
17. Плужников, К. И. Транспортное экспедирование [Текст]: учебник / К. И. Плужников. – М.: РосКонсульт, 1999. – 576 с.
18. Хабибуллин, Р. Ф. Игры с противоположными интересами [Текст]: учеб. пос. / Р. Ф. Хабибуллин. – Казань : Казан. гос. ун-т, 2009. – 124 с.