

В. М. Сай,  
Д. И. Кочнева

## МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОНТЕЙНЕРНОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СЕТИ И РЕГИОНА

*Аннотация: статья посвящена моделированию региональной организационной сети контейнерных перевозок и разработке подхода к оценке ее воздействия на развитие региона. Рассматривается понятие «организационная сеть» и обосновывается авторская позиция в его содержании применительно к региональному рынку контейнерных перевозок. Для описания региональной организационной сети контейнерных перевозок авторами предложена сэндвич-конусная модель, которая с одной стороны описывает структуру процесса организации контейнерной перевозки на территории субъекта Федерации, с другой — отражает взаимоотношения сети контейнерных перевозок и региональной социально-экономической системы в целом.*

*Для оценки воздействия параметров контейнерной организационной сети на развитие региона предложена модель, отражающая влияние уровня контейнеризации грузопотока на экономические показатели, связанные с контейнерными перевозками. На практике предложенная модель позволит определять оптимальные параметры организации контейнерного обслуживания в регионе, прогнозировать развитие контейнерных перевозок исходя из потребностей и возможностей региона, принимать решения относительно организации взаимодействия игроков контейнерного рынка с учетом задач развития региона.*

*Ключевые слова: организационная сеть, сэндвич-модель, контейнеризация, региональная социально-экономическая система.*

UDK 656.073

V. M. Say,  
D. I. Kochneva

## MODEL FOR ASSESSING THE INTERACTION OF A CONTAINER ORGANIZATIONAL NETWORK AND THE REGION

*Abstract: the article is devoted to modeling of a regional container organizational network and the working out of approach to assess its impact on the regional development. The article discusses the concept of «organizational network» and the author's position in its content in relation to the regional container market. To describe regional organizational network of container market, the authors propose «the sandwich-cone model», which on the one hand describes the structure of the organization of container transportations on the Federation subject territory, on the other — reflects the relationship between the network of container traffic and the regional socio-economic system as a whole.*

*To assess an impact of the container network parameters to the regional development it is proposed a model, reflecting the influence of the containerization level to economic indicators related to container traffic. In practice, the model will allow to determine optimal parameters for container service in the region, to predict the container transport development based on the regional needs and opportunities, to make decisions concerning the organization of the container market players interaction, taking into account the development objectives of the region.*

*Keywords: organizational network, sandwich model, containerization, regional social and economic system.*

### Введение

В настоящее время контейнерные перевозки — это одна из наиболее востребован-

ных технологий транспортировки, поскольку они позволяют обеспечить наиболее высокую техническую и технологическую

сопряженность звеньев логистической цепи, максимально унифицировать транспортный процесс и повысить сохранность перевозимых грузов.

В последние годы развитие контейнеризации затрагивает не только перевозки так называемых контейнеропригодных грузов. В контейнерах перевозятся широкая номенклатура сырьевой продукции, в том числе наливные и навалочные грузы, металлы, сжиженный газ. Это привело к значительному росту потребности в контейнерной инфраструктуре в регионах и поспособствовало быстрому развитию контейнерного рынка.

В условиях возросшей конкуренции предприятия контейнерного рынка преследуют интересы собственного бизнеса и не готовы к выстраиванию системной организационной сети. Это приводит к тому, что при организации контейнерного обслуживания региона нарушается единство транспортно-технологического процесса, что зачастую или увеличивает простои контейнеров, или приводит к возникновению их дефицита в регионе. К тому же наблюдаются случаи встречного движения контейнеропотоков. Безусловно, это снижает эффективность функционирования, как отдельных предприятий контейнерного бизнеса, так и экономики региона в целом.

Таким образом, проведение теоретических исследований, направленных на формирование интегрированной организационной сети контейнерных перевозок в регионе является весьма актуальным.

Для решения обозначенной задачи необходимо обладать инструментом, позволяющим оценивать не только результаты взаимодействия субъектов в сети контейнерных перевозок, но и давать количественную оценку развития региона от такого взаимодействия. На сегодняшний день разработаны различные подходы к моделированию и оценке некоторых аспектов взаимодействия хозяйствующих субъектов с регионами. Данной проблематике посвящены, например, исследования [1–4]. Так работы [1–2] посвящены моделированию, прогнозированию и оценке экономического и социального развития регионов при реализации транспортных инфраструктурных проектов. Для моделирования взаимоотно-

шений региона и бизнеса в [1] предлагается использовать математическую теорию игр. В работе [3] предложены математические модели взаимодействия крупных корпораций (на примере ОАО «РЖД») с субъектами Российской Федерации, а также предложены методики вычисления состоятельности регионов с точки зрения интересов крупной компании. В основу большинства существующих моделей и методик заложены в первую очередь интересы компании, вместе с тем интересы организационной сети, в которую включена эта компания, и региона в целом отводятся на второй план.

Итак, подтверждается актуальность и новизна исследований, посвященных разработке модели оценки взаимодействия контейнерной компании, контейнерной организационной сети и региона с учетом интересов сторон с целью повышения эффективности социально-экономической системы региона в целом.

#### **Графоаналитическая модель организационной сети контейнерных перевозок как элемента социально-экономической системы региона**

Под организационной сетью контейнерных перевозок будем понимать множество звеньев, осуществляющих различные логистические операции с грузеными и порожними контейнеропотоками с сопутствующим финансовым и информационным обеспечением, взаимодействующих между собой и организационно увязанных. Основная задача обозначенной организационной сети — обеспечение предприятий региона качественными и своевременными услугами по организации контейнерных перевозок.

При решении задач организационного взаимодействия необходимо применение имитационных моделей, которые позволяют проигрывать множество производственных сценариев. Суть имитационной модели определяется ее графоаналитическим описанием, которое может быть представлено в различных формах [5–7].

Ввиду наличия в организационной сети контейнерных перевозок множества элементов целесообразно использовать многослойную сетевую модель или «сэндвич-модель», принципы формирования кото-



рой для транспортных систем разработаны в [7]. Для наглядного обоснования развития контейнерной организационной сети

с учетом интересов региона, предложена сэндвич-конусная визуализация модели (рис. 1).

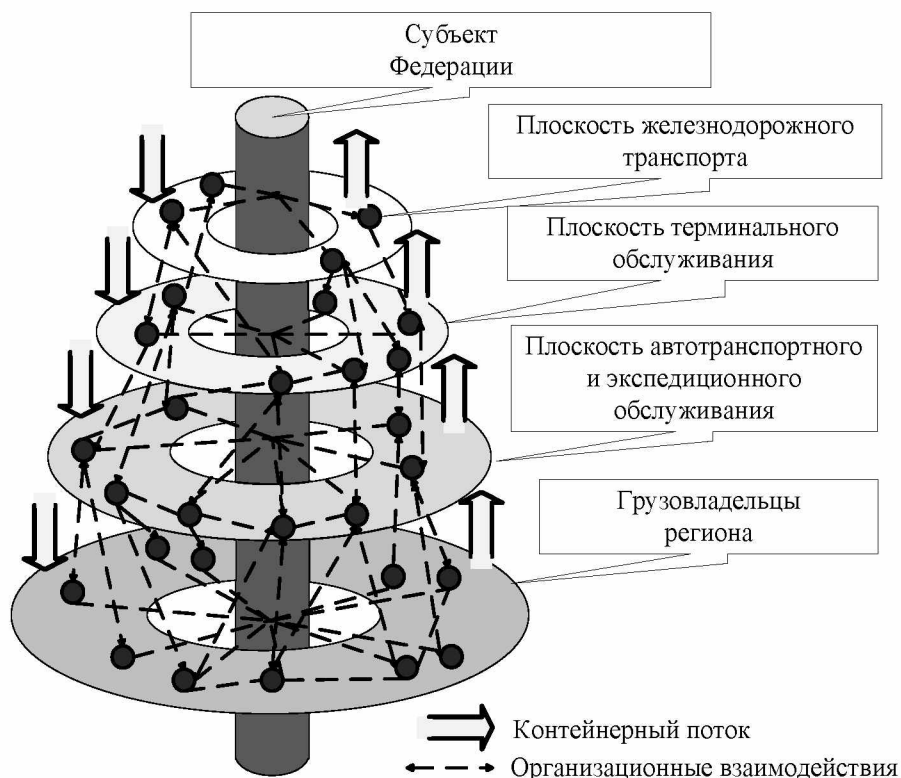


Рис. 1. Сэндвич-конусная визуализация модели организационного взаимодействия сети контейнерных перевозок и региона

«Стержнем» организационной сети в модели представлен субъект Федерации (регион), который объединяет функциональные плоскости в сети контейнерных перевозок и является центральным звеном системы взаимодействия.

В графоаналитической модели выделены следующие функциональные плоскости.

1. Плоскость (подсистема) железнодорожного транспорта — инфраструктура и предприятия железнодорожного транспорта, осуществляющие перевозку контейнеров по железной дороге, их прием и отправку в регионе. Обозначенная подсистема обеспечивает связь рассматриваемой сети контейнерных перевозок с другими регионами.

2. Плоскость (подсистема) терминального обеспечения — множество расположенных на территории региона контейнерных терминалов и площадок. Подси-

стема обеспечивает взаимодействие видов транспорта, осуществляет грузовые операции с контейнерами, а также их временное хранение.

3. Плоскость (подсистема) автотранспортного обслуживания — совокупность предприятий автомобильного транспорта и сети автомобильных дорог региона, обеспечивающий доставку контейнеров в регионе.

4. Плоскость (подсистема) грузовладельцев региона — совокупность грузоотправителей и грузополучателей региона, то есть потребителей услуг контейнерных перевозок.

Принцип размещения плоскостей сэндвич-конусной модели определен последовательностью переработки и перемещения контейнерного потока в регионе. Площадь каждой плоскости условно соответствует числу хозяйствующих субъектов, объединяемых отдельной подсистемой.

Каждый слой сэндвич-модели в отдельности представляет собой сетевой граф, условно располагаемый на отдельной плоскости. Участники контейнерной сети региона изображены в модели точками, называемыми узлами. Ребра рассматриваемой модели представляют собой потоки сети контейнерных перевозок региона. Эти потоки могут быть двух видов: физические (контейнерные) потоки и нефизические (информационные и финансовые) потоки. Контейнерные грузевые и порожние потоки однонаправленные, они формируются между звеньями смежных функциональных плоскостей. Последовательность узлов и ребер, инцидентных двум соседним вершинам образуют цепь отправки или доставки контейнера.

Математическая формализация предложенной сетевой сэндвич-конусной модели представлена в работе [8].

Предложенная модель с одной стороны описывает структуру процесса организации контейнерной перевозки на территории субъекта Федерации или экономического района России, с другой — отражает взаимоотношения сети контейнерных перевозок и региона в целом.

#### Модель оценки воздействия организационной сети контейнерных перевозок на экономику региона

Для оценки воздействия параметров контейнерной организационной сети на развитие региона необходимо обладать неким набором показателей, который будет достаточно полно характеризовать различные взаимодействующие элементы: хозяйствующие субъекты, входящие в контейнерную сеть, саму контейнерную сеть и регион в целом.

Оценивать развитие организационной сети контейнерных перевозок на территории региона предлагается с помощью коэффициента контейнеризации грузового потока, который рассчитывают, как отношение объема перевозки грузов в контейнерах к общему объему грузовых перевозок региона.

Величина грузового контейнерного потока главным образом ограничивается объемом контейнеропригодного груза в регионе. На практике под контейнеропригодными принято понимать грузы,

пригодные для перевозки в контейнерах, или грузы, для которых контейнер является оптимальным или единственно возможным средством перевозки [9]. В настоящее время в связи с развитием специализированных контейнеров номенклатура таких грузов существенно расширилась, поэтому при определении их общего объема в регионе следует дифференцировать различные «уровни контейнеропригодности». Обоснование контейнеропригодности продукции региона является актуальной задачей и требует отдельных научных исследований.

Помимо количества контейнеропригодных грузов в регионе объем перевозок грузов региона в контейнерах ограничивается степенью развития контейнерной транспортной системы. Тогда коэффициент контейнеризации можем записать как функционал:

$$k_{\text{кп}} = f(Q_{\text{гр}}, q_{\text{кп}}, a, b, c, d), \quad (1)$$

где  $q_{\text{кп}}$  — количество контейнеропригодных грузов в регионе;  $a$  — пропускная способность терминальной сети;  $b$  — доступный контейнерный парк;  $c$  — доступный парк подвижного состава для перевозки контейнеров;  $d$  — прочие ограничения контейнерного потока.

Введем параметр  $E_p$ , под которым будем понимать обобщенный показатель, характеризующий эффективность взаимодействия контейнерной организационной сети и социально-экономической системы региона. Тогда влияние развития сети контейнерных перевозок на экономику региона запишем как некоторый функционал:

$$E_p = F(f(Q_{\text{гр}}, q_{\text{кп}}, a, b, c, d)) + \varepsilon, \quad (2)$$

где  $\varepsilon$  — случайные (стохастические) составляющие или ошибки (отклонения), удовлетворяющие необходимым условиям.

Развитие организационной сети контейнерных перевозок положительно влияет на социально-экономическую систему региона. Это проявляется в первую очередь в снижении затрат грузовладельцев на транспортировку грузов, сокращении времени доставки грузов, повышении оборачиваемости капитала, повышении сохранности грузов, снижении рисков в процессе перевозки. Вместе с тем, развитие организационной сети контейнерных перевозок в регионе



требует инвестиций, отвлечения капитала из других элементов его социально-экономической подсистемы.

Тогда с учетом (1) и (2) эффективность взаимодействия контейнерной организационной сети и социально-экономической системы региона в общем виде можно записать:

$$E_p = F(k_{\text{кп}}) = C(k_{\text{кп}}) + T(k_{\text{кп}}) + L(k_{\text{кп}}) - I(k_{\text{кп}}), \quad (3)$$

где  $C(k_{\text{кп}})$  — функция, характеризующая зависимость транспортно-логистических затрат грузовладельцев;  $T(k_{\text{кп}})$  — функция, характеризующая зависимость скорости доставки грузов региона;  $L(k_{\text{кп}})$  — функция, характеризующая зависимость сохранности перевозимых грузов региона;  $I(k_{\text{кп}})$  — функция, характеризующая зависимость инвестиций на развитие инфраструктуры контейнерных перевозок.

Затраты грузовладельцев на транспортировку грузов ( $C$ ) включают расходы, связанные с выполнением погрузочно-выгрузочных операций, завозом (вывозом) груза к магистральному транспорту, перемещением груза магистральным транспортом, а также прочие затраты, связанные организацией транспортировки. Их величина зависит в основном от объема груза и способа перевозки (вагонная, контейнерная, автомобильная и др.). Тогда для каждого  $i$ -го грузовладельца величину транспортных затрат можно записать:

$$C_i = \sum_j^m c_{ij} q_{ij} + C_{\text{и}}, \quad (4)$$

где  $c_{ij}$  — затраты  $i$ -го грузовладельца на перевозку 1 тонны груза  $j$ -м способом;  $q_{ij}$  — объем перевозки груза  $i$ -го грузовладельца  $j$ -м способом, т;  $m$  — число способов перевозки;  $C_{\text{и}}$  — прочие затраты  $i$ -го грузовладельца, не обусловленные объемом перевозок.

Для социально-экономической системы региона величина транспортных затрат грузовладельцев в целом составит:

$$C = \sum_i^n C_i + C_{\text{ос}}, \quad (5)$$

где  $C_{\text{ос}}$  — общесетевые транспортные затраты, обусловленные существующей структурой перевозок в регионе (не перекладываемые на грузовладельца).

Аналогично сформируем выражение, характеризующие скорость доставки грузов региона ( $T$ ):

$$T = \frac{\sum_i^n \sum_j^m t_{ij} q_{ij}}{q_i n}, \quad (6)$$

где  $t_{ij}$  — время осуществления доставки груза  $i$ -го грузовладельца  $j$ -м способом.

Сохранность перевозимого груза региона ( $L$ ) предлагается оценивать через коэффициент сохранности  $k_{\text{ср}}$ :

$$k_{\text{ср}ij} = \frac{q_{ij} - q_{ij}^{\text{пот}}}{q_{ij}}, \quad (7)$$

где  $q_{ij}^{\text{пот}}$  — потери продукции в пунктах погрузки, выгрузки и при транспортировке  $i$ -го грузовладельца при перевозке  $j$ -м способом.

Средневзвешенный коэффициент сохранности для региональной сети составит:

$$L = \frac{\sum_i^n \sum_j^m k_{\text{ср}ij} q_{ij}}{q_i n}. \quad (8)$$

Инвестиции на развитие контейнерной сети ( $I$ ) — сумма капитальных затрат всех субъектов социально-экономической системы региона на приобретение контейнерного парка, подвижного состава и сооружение (развитие) терминальной сети.

При расчете результирующей оценки взаимодействия региона и контейнерной сети ( $E_p$ ) следует учитывать, что параметры модели ( $C$ ,  $T$ ,  $L$ ,  $I$ ) имеют разную размерность и значимость для результатов оценки. Воспользуемся методом линейной сверстки и запишем:

$$E_p = w_1 \cdot C(k_{\text{кп}}) + w_2 \cdot T(k_{\text{кп}}) + w_3 \cdot L(k_{\text{кп}}) - w_4 \cdot I(k_{\text{кп}}), \quad (9)$$

где  $w_{1,2,3,4}$  — весовые коэффициенты.

Весовые коэффициенты в предложенной модели выполняют несколько функций. Во-первых, они придают соответствующую значимость каждого параметра в общей оценке. В литературе разработано множество подходов к формированию весовых коэффициентов оцениваемых показателей, в том числе метод прямой рас-

становки, метод ранжирования факторов, метод парного сравнения, метод анализа иерархий, метод нечетких множеств и др. Выбор и обоснование конкретной методики назначения весовых коэффициентов оцениваемых факторов выходит за рамки настоящей работы. Вместе с тем, по данному вопросу отметим, что значения коэффициентов зависят от направления оценки — разные субъекты контейнерной сети в соответствии со своими интересами могут придавать разную значимость учитываемым факторам. Во-вторых, с помощью весовых коэффициентов возможно уравнивать размерности складываемых величин так,

$$E_p = w_1 \left( \frac{C(k_{\text{кп}})}{\bar{C}} \right)^{-1} + w_2 \left( \frac{T(k_{\text{кп}})}{\bar{T}} \right)^{-1} + w_3 \left( \frac{L(k_{\text{кп}})}{\bar{L}} \right)^1 - w_4 \left( \frac{I(k_{\text{кп}})}{\bar{I}} \right)^1, \quad (10)$$

где  $\bar{C}$ ,  $\bar{T}$ ,  $\bar{L}$ ,  $\bar{I}$  — средние значения вариационных рядов функций («уравнивающие коэффициенты»).

#### Апробация модели оценки воздействия организационной сети контейнерных перевозок на экономику региона

Для апробации предложенной модели зададимся гипотетическим примером. Пусть имеется организационная контейнерная сеть некоторого региона. Допустим, что грузы региона перевозятся только в вагонах или контейнерах. Зададим условные (пропорциональные) значения удельных затрат перевозки грузов в контейнерах и вагонах, среднего времени доставки грузов в контейнерах и вагонах, коэффициента сохранности грузов при различных способах перевозки, величины инвестиций на развитие элементов контейнерной инфраструктуры.

Примем, что в данной условной системе генерируется однородный контейнеропригодный груз, то есть коэффициент контейнеризации варьируется от нуля до единицы. Методом перебора найдем зависимости составляющих функции  $E_p$  от коэффициента контейнеризации. Для расчета воспользуемся алгоритмом (рис. 2).

Результаты эксперимента для условного региона представлены на рисунке 3.

Эксперимент на модели показал, что для данного условного региона при заданных исходных значениях максимальный эффект от взаимодействия контей-

чтобы было правомерно выполнять операцию сложения, и в итоге получать безразмерную величину. Для получения весовых коэффициентов соответствующей размерности в расчет вводятся «уравнивающие коэффициенты», суть средние значения вариационных рядов функций [15]. В-третьих, при помощи весовых коэффициентов зададим знак влияния каждой учитываемой функции на общую оценку: рост параметров модели  $C$ ,  $T$ ,  $L$ ,  $I$  должен приводить к росту общей оценки взаимодействия  $E_p$ .

В заключении преобразуем выражение (9) следующим образом:

нерной сети и региона достигается при уровне контейнеризации 0,4. Результаты эксперимента демонстрируют работоспособность модели, ее адекватность действительности.

Для верификации модели и ее адаптации к реальным условиям требуется обработка большого объема статистической информации и моделирование процессов функционирования контейнерной сети, что является предметом дальнейших исследований.

#### Заключение

Организационная сеть контейнерных перевозок представляет собой интеграцию предприятий контейнерного рынка, их объединение на основе системы вертикальных и горизонтальных кооперационных соглашений, контрактов, координации их деятельности и привлечения новых партнеров. Ее основная задача не извлечение выгоды для отдельных участников, а обеспечение региона качественными и своевременными услугами по организации контейнерных перевозок. Поэтому формирование и развитие контейнерных сетей должно осуществляться с учетом интересов региона, его потребностей и потенциала. Это обстоятельство подтверждает необходимость разработки модели оценки взаимодействия контейнерной сети и региона.



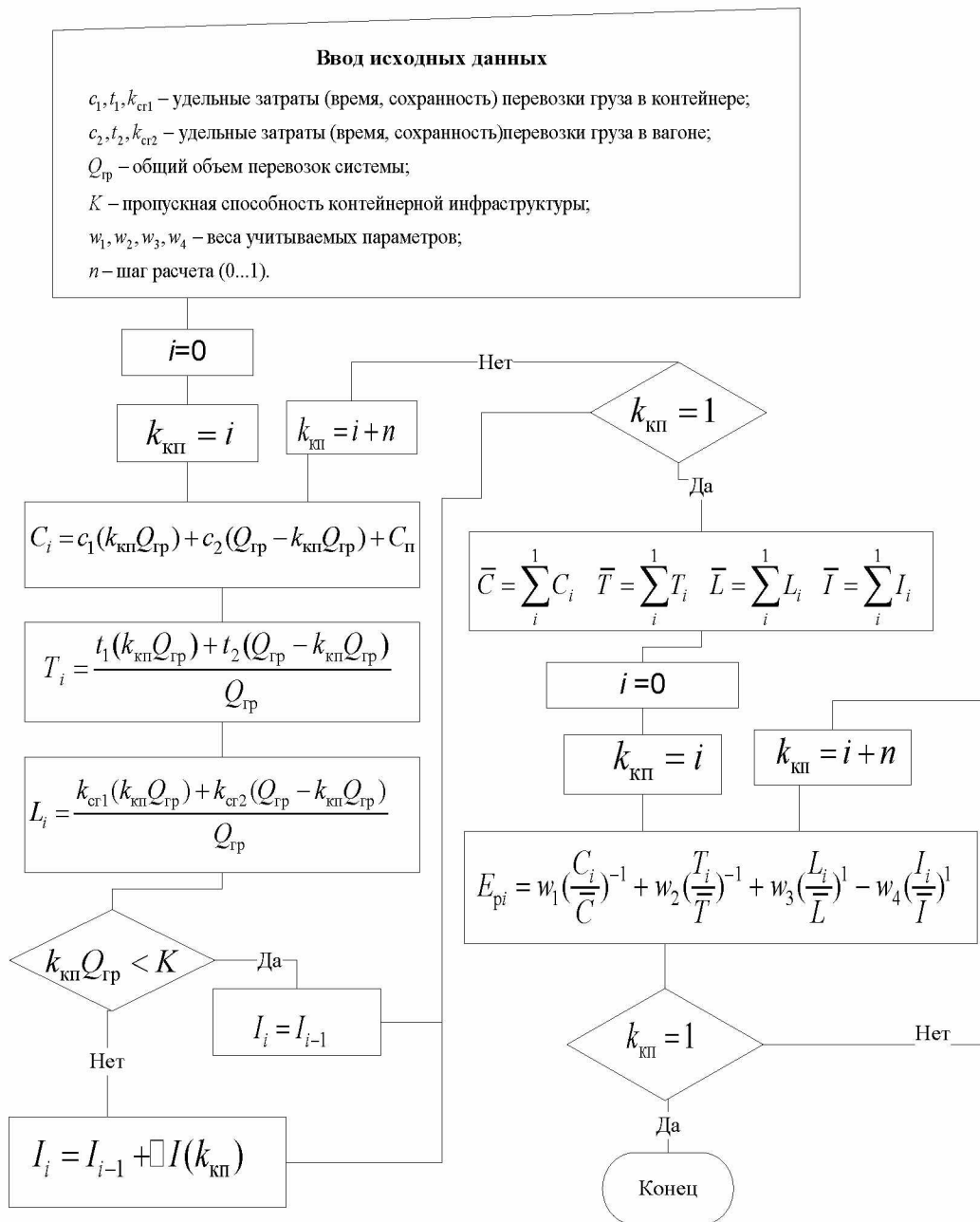


Рис. 2. Алгоритм расчета оценки взаимодействия организационной сети контейнерных перевозок и региона

Для описания процессов взаимодействия хозяйствующих субъектов в организационной сети контейнерных перевозок, а также организационной сети и региона предложена сэндвич-конусная графоаналитическая модель, которая с одной стороны описывает структуру процесса организации контейнерной перевозки на территории субъекта Федерации, с другой — отражает взаимоотношения сети контейнерных перевозок и региона в целом.

Для оценки воздействия параметров контейнерной организационной сети на

развитие региональной социально-экономической системы предложена модель, отражающая влияние уровня контейнеризации грузопотока на экономические показатели региона, связанные с контейнерными перевозками. Результаты апробации модели для условного региона подтвердили работоспособность модели, ее адекватность действительности.

Практическая реализация модели позволит принимать эффективные управленческие решения относительно организации взаимодействия игроков контейнерно-

го рынка с учетом задач развития региона, определять оптимальные параметры организации контейнерного обслуживания в регионе, находить пути повышения эф-

фективности контейнерного сервиса в регионе, прогнозировать развитие контейнерных перевозок исходя из потребностей и возможностей региона.

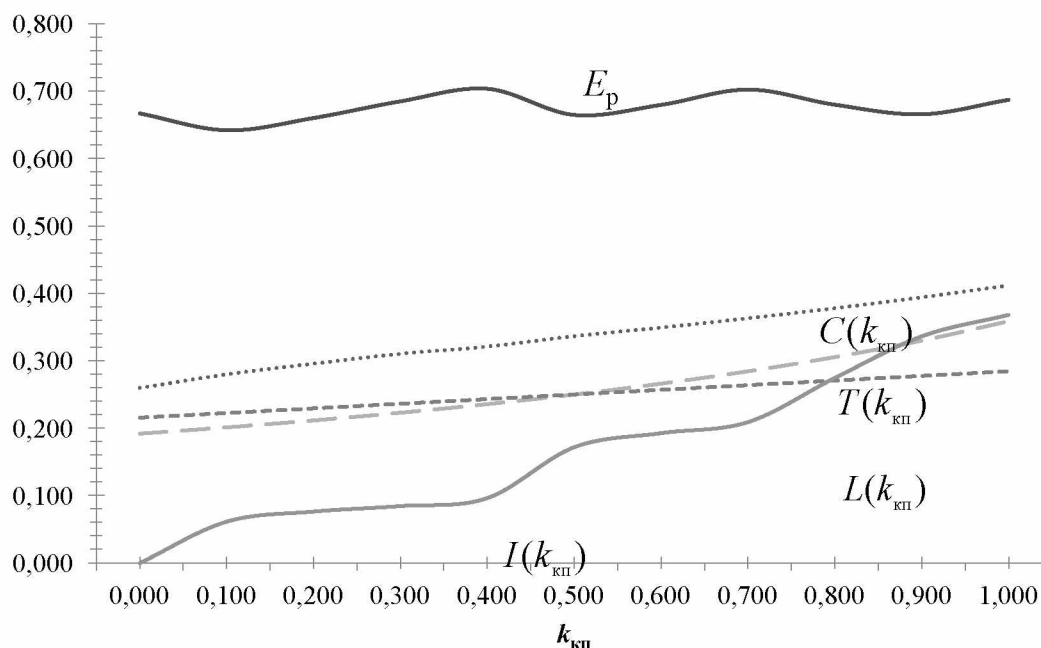


Рис. 3. Результаты апробации модели воздействия контейнерной организационной сети на регион

## ЛИТЕРАТУРА

1. Li S. Grey Game Model for Energy Conservation Strategies / S. Li, W. Zhang, L. Tang // Journal of Applied Mathematics. — 2014. — № 2014. — 6 p.

2. Weisbrod G. Models to Predict the Economic Development Impact of Transportation Projects: Historical Experience and New Applications / G. Weisbrod // Annals of Regional Science. — 2007. — Т. 42, № 3. — P. 519—543.

3. Сай В. М. Моделирование оценки взаимодействия компании «Российские железные дороги» с субъектами Российской Федерации : монография / В. М. Сай, С. В. Шутюк. — М. : ВИНТИ РАН, 2005. — 140 с.

4. Рахмангулов А. Н. Оценка социально-экономического потенциала региона для размещения объектов логистической инфраструктуры / А. Н. Рахмангулов, О. А. Копылова // Экономика региона. — 2014. — № 2 (38). — С. 254—263.

5. Кочнева Д. И. Повышение эффективности функционирования региональной контейнерной транспортно-логистической

системы : дис. ... на соиск. уч. ст. канд. техн. наук / Д. И. Кочнева. — Екатеринбург : УрГУПС, 2012. — 138 с.

6. Громов И. Д. Графоаналитическая модель организационной сети с разделенными интересами / И. Д. Громов, Ю. А. Москвина // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. — 2014. — № 1. — С. 36—45.

7. Сай В. М. Методология построения сетевых организационных структур на железнодорожном транспорте : дис. ... д-ра техн. наук / В. М. Сай. — Екатеринбург, 2003. — 389 с.

8. Сай В. М. Моделирование интегральной системы взаимоотношений в региональной сети контейнерных перевозок / В. М. Сай, Д. И. Кочнева // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. — 2016. — № 4 (32). — С. 65—75.

9. Третьяков Г. М. Организация контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте / И. В. Горюшинский, О. В. Москвичев. — 2-е изд. доп. — Самара : СамГУПС, 2009. — 376 с.



Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Кочнева Д. И., кандидат технических наук, доцент кафедры мировой экономики и логистики

E-mail: [dana\\_rich@mail.ru](mailto:dana_rich@mail.ru)

Тел.: +7 (963) 042 69 07

Сай В. М., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры путей и железнодорожного строительства

E-mail: [vsay@usurt.ru](mailto:vsay@usurt.ru)

Тел.: +7 (343) 221-25-60