

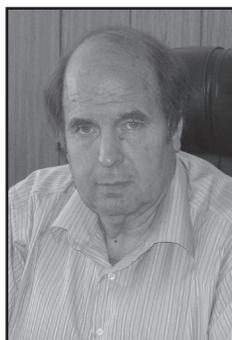


# Сетевая структура межрегиональных транспортных систем



Игорь ТАРАРЫЧКИН  
Igor A. TARARYCHKIN

Максим СЛОБОДЯНЮК  
Maxim E. SLOBODIANUK



Григорий НЕЧАЕВ  
Grigoriy I. NECHAEV

*Тарарычкин Игорь Александрович – доктор технических наук, доцент Восточноукраинского национального университета им. В. Даля, Луганск, Украина.*

*Слободянюк Максим Эдуардович – кандидат технических наук, старший преподаватель ВНУ им. В. Даля, Луганск, Украина.*

*Нечаев Григорий Иванович – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой ВНУ им. В. Даля, Луганск, Украина.*

**Рассмотрено формирование транспортных систем на основе кластеров с учетом возникающих между ними производственных связей. Изучены особенности сетевых структур на местном, региональном и межрегиональном уровнях. Предложены подходы к организации транспортной сети, методы управленческих действий, показаны и оценены примеры структурных решений для вариантов кластеров, расположенных вдали и вблизи от коридоров с транзитным движением.**

*Ключевые слова:* транспорт, система, сеть, структура, грузопоток, кластер, узел, регион, уровни управления.

**Д**ля удовлетворения существующих потребностей в перевозках создаются транспортные системы и необходимая инфраструктура. Формирование и развитие сетевой структуры таких систем связаны с объемами и особенностями регионального производства, наличием устойчивых транспортных связей между предприятиями, а также прогнозируемыми перспективами промышленных зон.

В целом создание, поддержание в рабочем состоянии и развитие транспортных логистических систем требует привлечения значительных финансовых ресурсов и в большинстве своем связано с предварительной оценкой ожидаемой экономической эффективности [1,2].

Перечень типовых задач, возникающих при разработке и организации функционирования транспортных систем различного уровня сложности приведен в таблице 1. Решение перечисленных там задач на этапах проектирования, эксплуатации и реконструкции сопряжено с необходимостью анализа текущего состояния объектов сферы транспорта и обоснованием целесообразности сопутствующих этому управленческих действий [3–5].

**Типовые задачи, возникающие при разработке  
и организации функционирования транспортных систем**

Перечень задач, касающихся формирования и функционирования транспортных систем	Соответствующий этап проектирования или функционирования, связанный с решением поставленной задачи
Синтез многоуровневых транспортных систем с учетом планируемых потребностей в организации перевозок	Решается на этапе проектирования и формирования структуры транспортной сети при освоении новых территорий и регионов
Анализ и определение соответствия структуры имеющейся транспортной системы потребностям регионов в грузовых перевозках	Решается на этапе функционирования транспортной системы для оценки возможности и целесообразности её оптимизации на различных уровнях
Обеспечение управленческими средствами постепенного (эволюционного) развития транспортных систем и соответствия их структуры изменяющимся потребностям в региональных и межрегиональных перевозках	Решается на этапе реконструкции, модернизации и совершенствования действующих транспортных систем

Выделим, однако, прежде всего главенствующую здесь тему: определение особенностей формирования сетевой структуры транспортных систем разной степени сложности с учетом потребностей в осуществлении грузовых перевозок на местном, региональном и межрегиональном уровнях.

## 1. СТРУКТУРА НА МЕСТНОМ УРОВНЕ

Наличие производственных связей между местными предприятиями предполагает четко налаженное выполнение грузовых перевозок в течение длительного периода времени. Именно устойчивые связи между субъектами хозяйственной деятельности обуславливают потребность в формировании и развитии транспортных систем на местном уровне.

На практике решение мотивированных этим задач связано с созданием производственных кластеров и адекватной им сетевой инфраструктуры.

В данном случае под кластером понимается территория с совокупностью пространственно локализованных хозяйствующих субъектов, характеризующихся наличием устойчивых транспортных связей и грузовых перевозок, осуществляемых в течение длительного периода времени (не менее одного года).

Будем при этом считать особенностью производственных кластеров то, что в их границах выполняется не менее двух третей

всего объема транспортной работы, совершаемой на подчиненной им территории.

Таким образом, формирование системы на местном уровне сопряжено с необходимостью определения границ взаиморасположения отдельных кластеров, а также их структурирования, которое включает создание транспортной сети и обеспечение связей между действующими предприятиями. Причем это все предполагает минимизацию общей транспортной работы при осуществлении локальных грузовых перевозок.

## 2. ОСОБЕННОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ

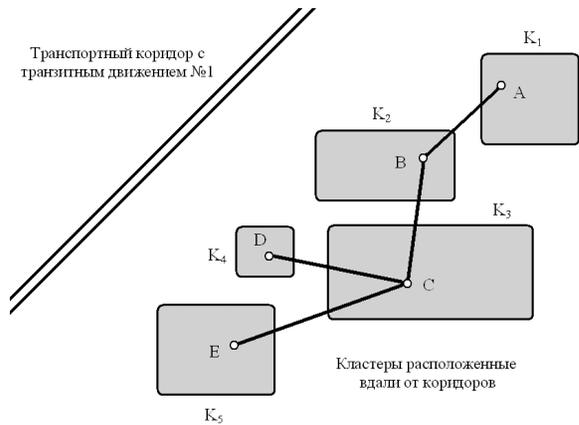
В рамках заявленного подхода региональный уровень транспортной системы представляет собой совокупность производственных кластеров, связанных между собой посредством общей региональной сети.

Однако процедура формального объединения узлов отдельных кластеров в единое целое не может рассматриваться в качестве инструмента формирования региональной транспортной сети. Объясняется это тем, что наличие значительных объемов транзитных перевозок может оказать существенное влияние на создание рациональной сетевой структуры и установление связей между кластерами. По этой причине задачу формирования региональной транспортной сети следует дифференцировать для кластеров вблизи и вдали от коридоров с транзитным движением.



**Рис. 1. Фрагмент региональной транспортной сети, состоящий из группы кластеров, расположенных вдали от коридоров с транзитным движением.**

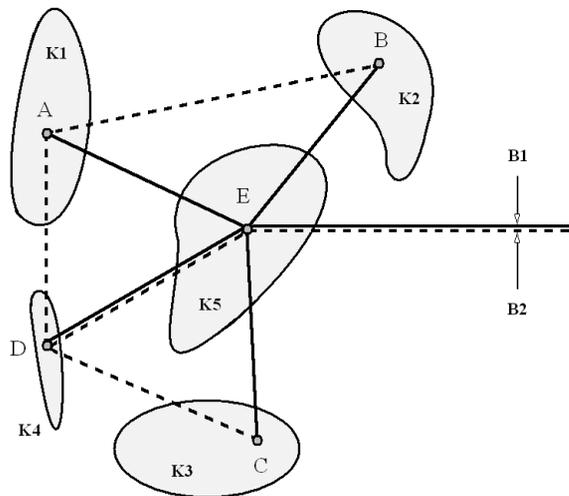
*Pic. 1. Fragment of regional transportation network, consisting of a group of clusters, situated far from transit corridors (K1-K5 are clusters, transit corridors are at left top and at the bottom, and numbered as respectively transport corridor #1 and #2).*



Транспортный коридор с транзитным движением № 2

**Рис. 2. Варианты B1 и B2 соединения транспортных узлов близлежащих кластеров при формировании региональной группы.**

*Pic. 2. Variants B1 and B2 of conjunction of traffic nodal centers of adjoined clusters in the process of organization of regional group.*



### 2.1. Кластер вдали от транзита

Совокупность кластеров, границы которых не пересекаются транзитными коридорами и узлы которых не включены в состав таких коридоров, рассматривается как отдельная группа, функционирующая независимо от существующих транзитных потоков.

Так, фрагмент региональной транспортной сети, состоящий из пяти кластеров, образующих отдельную, отстоящую от транзитных коридоров группу показан на рис. 1.

Поскольку основная транспортная работа на местном уровне выполняется в границах отдельных кластеров, а объемы перевозок между кластерами сравнительно невелики, то их соединение между собой следует выполнять таким образом, чтобы

суммарная длина связующих путей сообщения была бы по возможности минимальной.

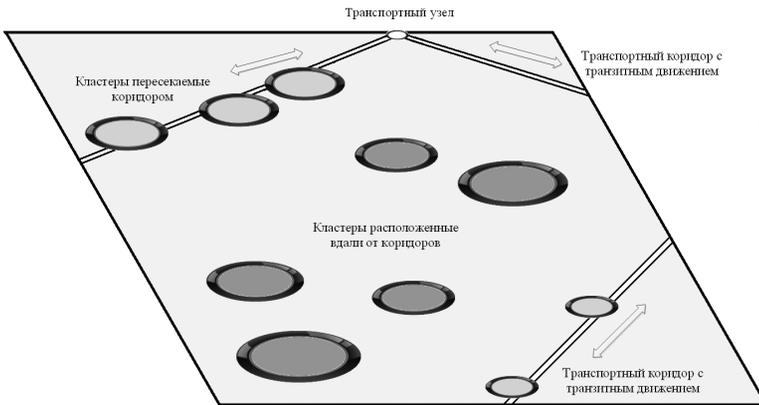
Принцип минимальной суммарной протяженности транспортных путей на региональном уровне оказывается предпочтительным, поскольку его реализация позволяет снизить затраты на формирование и поддержание в рабочем состоянии всей локализованной здесь транспортной системы.

Соответственно, условием для оптимальной системы транспортных связей между центрами отдельных кластеров, расположенных вдали от транзитных коридоров, становится:

$$\sum_i L_i \rightarrow \min,$$

**Расстояния между узлами отдельных кластеров и характеристики  
возможных вариантов их соединения**  
**Distances between traffic nodal centers of separate clusters and  
characteristics of possible variants of their junction**

Варианты соединения транспортных узлов	Номер транспортного пути, $i$	Обозначение транспортного пути	Длина транспортного пути $L_i$ , км	Общая длина маршрутов для рассматриваемого варианта, км
Variants of junction of traffic nodal centers	Number of transportation way, $i$	Abbreviation of transportation way	Length, $L_i$ , of transportation way in km	Total length of routes for considered variant, km
B1	1	AE	42	$\sum_i L_i^{B1} = 164$
	2	BE	40	
	3	CE	38	
	4	DE	44	
B2	1	AB	67	$\sum_i L_i^{B2} = 202$
	2	AD	40	
	3	DE	43	
	4	DC	52	



**Рис. 3. Фрагмент межрегиональной транспортной системы и возможное расположение кластеров относительно коридоров с транзитным движением грузовых потоков.**

**Fig. 3. Fragment of interregional transportation system and possible allocation of clusters relative to transit freightage corridors.**

где:  $L_i$  – расстояния между узлами отдельных кластеров при их объединении в общую региональную группу.

Пример соединения близлежащих кластеров в общую группу приведен на рис. 2. При этом сплошными и пунктирными линиями показаны альтернативные варианты соединения узлов отдельных кластеров.

Рассмотренные варианты соединения В1 и В2 отличаются между собой общей протяженностью связующих маршрутов. Однако вариант В1 оказывается более предпочтительным, поскольку

$$\sum_i L_i^{B1} < \sum_i L_i^{B2} \text{ (таблица 2).}$$

Таким образом, окончательное решение относительно формирования оптимальной сетевой структуры для группы кластеров может быть принято после анализа различных вариантов соединения узлов с учетом суммарной протяженности всех связующих маршрутов.

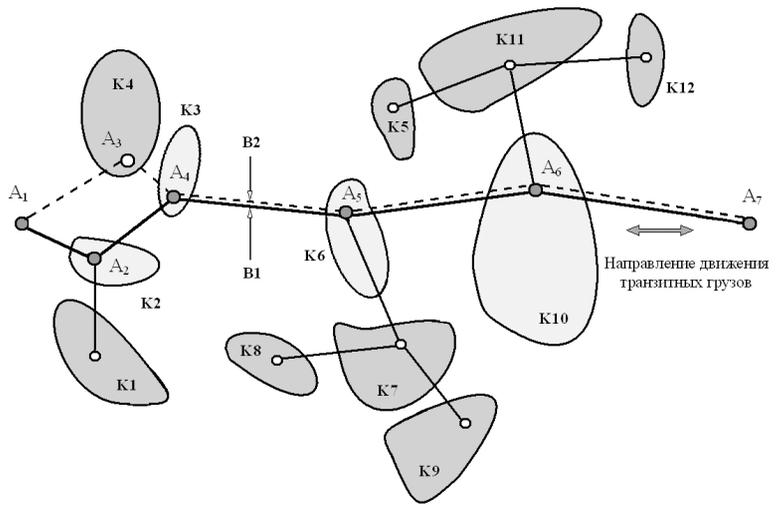
## 2.2. Возможность приближения кластеров к транзиту

Рассмотрим фрагмент транспортной системы, ограниченный тремя транзитными коридорами, проходящими через меж-



**Рис. 4. Схема вариантов соединения транспортных узлов при формировании участка транзитной трассы.**

**Pic. 4. Chart of variants of junction of traffic nodal centers within the process of organization of a section of transit main road.**



региональные транспортные узлы (рис. 3). Из схемы видно, что некоторые из производственных кластеров пересекаются коридорами. При этом сами коридоры определяют направления и обеспечивают возможность движения грузопотоков между региональными транспортными узлами.

Будем считать, что транзитные грузопотоки между такими узлами являются преобладающими и составляют не менее двух третей от общего объема грузоперевозок вдоль анализируемого коридора.

Очевидно, что из-за значительных объемов транзитных перевозок целесообраз-

ность включения в состав транзитных коридоров узлов пересекаемых ими кластеров следует оценивать исходя из условия минимизации общего времени прохождения грузовыми потоками этих коридоров. Минимизации затрат времени означает, что при формировании коридора, состоящего из N отдельных участков со средним временем прохождения грузопотоков  $T_i$  ( $i=1, 2, \dots, N$ ), необходимо исходить из условия минимизации суммы:

$$\sum_{i=1}^N T_i \rightarrow \min .$$

**Таблица 3/ Table 3**

**Характеристики участков, которые могут быть включены в состав коридора**  
**Characteristics of the sections that can be included into a corridor**

Варианты соединения узлов кластеров	Обозначение отдельного участка	Длина участка, км	Средняя скорость прохождения грузового потока на участке, км/ч	Среднее время прохождения участка, час	Общее время прохождения транспортного коридора для выбранного варианта, час
Variants of junction of traffic nodal centers of clusters	Abbreviation of a separate section	Length of a section, km	Average speed of freight flow at the section, km/h	Average time for the freight to pass the section, h	Total time necessary for the freight to pass transport corridor for selected variant, h
B1	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	16	68	0,24	$\sum_i T_i^{B1} = 2,65$
	A <sub>2</sub> A <sub>4</sub>	20	66	0,30	
	A <sub>4</sub> A <sub>5</sub>	38	58	0,66	
	A <sub>5</sub> A <sub>6</sub>	42	62	0,68	
	A <sub>6</sub> A <sub>7</sub>	51	66	0,77	
B2	A <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	27	52	0,52	$\sum_i T_i^{B2} = 2,90$
	A <sub>3</sub> A <sub>4</sub>	14	54	0,26	
	A <sub>4</sub> A <sub>5</sub>	38	58	0,66	
	A <sub>5</sub> A <sub>6</sub>	42	62	0,68	
	A <sub>6</sub> A <sub>7</sub>	51	66	0,77	

Иначе говоря, выбор трассы для транспортного коридора определяется не только исходя из её протяженности, но и зависит от состояния отдельных участков, которые должны обеспечивать минимизацию времени доставки за счет рациональной организации процесса, наличия достаточного числа полос, обеспечения максимально допустимой скорости движения транспортных средств и т. п.

В качестве примера на рис. 4 представлены варианты возможного соединения узлов кластеров К2, К4, К3, К6 и К10, расположенных вдоль транзитного коридора.

Если среднее время прохождения грузопотока по маршруту, соответствующему варианту В1 меньше по сравнению с вариантом В2, то в соответствии с предлагаемым подходом предпочтительным оказывается именно вариант В1. Сравнивая альтернативные варианты формирования транзитного коридора на основе данных таблицы 3, можно заключить, что такой коридор должен проходить через узлы А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>4</sub>, А<sub>3</sub>, А<sub>6</sub>, А<sub>7</sub>.

Таким образом, разработанный принцип формирования и организации функционирования межрегиональной транспортной системы основан на синтезе её структуры с учетом возможного существования нескольких структурных уровней.

Так, на местном уровне формирование отдельных производственных кластеров, их структурирование и организацию функционирования следует выполнять исходя из условия минимизации общего объема выполняемой транспортной работы.

На региональном уровне соединение узлов кластеров и формирование сети целесообразно осуществлять при условии

минимизации суммарной протяженности всех транспортных путей.

При формировании системы на межрегиональном уровне обязательным становится возможность минимизации времени прохождения транзитных грузопотоков вдоль транспортных коридоров.

## ВЫВОДЫ

Разработан метод формирования сетевой структуры межрегиональных транспортных систем, основанный на логистических принципах, обеспечивающих необходимость:

- определения границ производственных кластеров, их структурирования и оптимального функционирования на местном уровне;

- обоснования целесообразности включения близлежащих кластеров в региональную группу и создания условий для оптимизации функционирования транспортной системы на региональном уровне;

- оценки возможности включения в состав транзитной трассы отдельных узлов кластеров, границы которых пересекаются транзитным коридором, с последующей оптимизацией функционирования транспортной системы на межрегиональном уровне.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Образцова Р. И. Инженерно-экономический анализ транспортных систем. – М.: Наука, 1990. – 191 с.
2. Гасанов М. Транспортная инфраструктура региона // Экономист. – 2004. – № 10. – С. 70–74.
3. Крицкий Е. Новые тенденции развития транспортной системы России // Автомобильный транспорт. – 2002. – № 6. – С. 18–19.
4. Кузнецова Е. Ю. Особенности управления транспортной системой. – Екатеринбург: УГТУ, 1999. – 100 с.
5. Курбатова А. В., Кузнецова Е. Ю. Прогнозирование транспортных систем: идеология, инструментарий, расчеты / Ред. О. Н. Дунаев. – Екатеринбург: УГТУ, 2000. – 186 с. ●



## РЕЗЮМЕ РЕДАКЦИИ

**З**атронута острая тема. Развитие региональных транспортных сетей и создание транспортно-логистических комплексов – одна из точек прямого взаимодействия тран-

спортных и экономических систем. Транспортно-логистические комплексы, как правило, или возникают в регионах, где уже присутствуют производственные кластеры, или же возникли



условия, чтобы способствовать их возникновению. Поэтому задача формирования региональных и межрегиональных транспортных связей в привязке к развитию промышленных кластеров крайне актуальна.

Статья предлагает понятную логическую схему постановки задач и их решения. Вместе с тем вряд ли можно говорить о завершении разработки метода формирования сетевой структуры межрегиональных транспортных систем, о его полной практической применимости. Демонстрируются пока подходы к его теоретическому обоснованию, созданию работоспособной концептуальной методологической схемы.

Но учитывая важность поднятых вопросов, есть и поле для дискуссии. Ключевое значение учета потребностей в осуществлении грузовых перевозок на местном, региональном и межрегиональном уровнях требует более детального теоретического обоснования. Минимизация расстояний между заданными кластерами с учетом транзитных коридоров, что является, по сути, центральным пунктом статьи, — нужный способ и шаг к успеху, но недостаточный для формирования современной транспортной сетевой структуры.

Нужна апробация на реальных объектах, например, подтверждение допущения о двух третях объема транспортной работы, приходящихся на грузопотоки между кластерами на анализируемой территории, или на транзитные грузопотоки между узлами кластеров. Приведенные в таблице 2 участки пути для решения реальных задач целесообразно будет рассматривать как реально применяемые маршруты.

При дальнейшей разработке метода необходимо усиление математического аппарата. Например, задачу соединения узлов методом полного перебора целесообразнее решать путем нахождения минимального остова графа ввиду возможных трудностей полного перебора и невозможности его проведения из-за большой размерности задачи. Также, по нашему мнению, надо при этом учитывать и дополнительные условия реальной экономики, в чем-то упрощающие, а в чем-то усложняющие задачу. В ряде экономически успешных российских областей само число промышленных кластеров (несмотря на весомый вклад в региональные ВВП), понимаемых как совокупность компактно или удаленно расположенных предприятий, относящихся к одной отрасли и/или имеющих отлаженные кооперационные связи по выпуску продукции, может быть и небольшим, равно как и число их участников (локальных кластеров внутри региональной транспортной системы). Но и тогда имеются развитые связи с поставщиками и потребителями из других областей (перевозки комплектующих по транзитному коридору в локальный кластерный узел и генерация грузопотока из кластерного узла в направлении потребителей).

Понятно, что многие из вопросов, которые вызывают интерес или представляются пока спорными, не могли быть включены в журнальную статью, тем более посвященную отдельной теме, тем не менее сам факт их возникновения доказывает, что авторами сделан существенный шаг к исследованию действительно многогранной проблемы, дан повод к дискуссии. И это несомненное достоинство статьи.

## NETWORK STRUCTURE OF INTERREGIONAL TRANSPORT SYSTEMS

**Tararychkin, Igor A.** – D. Sc. (Tech), associate professor of V. Dahl Eastern-Ukrainian national university, Lugansk, Ukraine.

**Slobodianuk, Maxim E.** – Ph.D. (Tech), senior lecturer of V. Dahl Eastern-Ukrainian national university, Lugansk, Ukraine.

**Nechaev, Grigory I.** – D. Sc. (Tech), professor, head of the department of transport systems of V. Dahl Eastern-Ukrainian national university, Lugansk, Ukraine.

### ABSTRACT

The article studies organization of transport systems on the basis of clusters with account for industrial links emerging between them.

The network structures are considered at local, regional and interregional levels. The authors propose approaches towards transport network organization, methods of managerial actions,