

*Лебедева Н.А.,
к. т. н., доц., МГУ,*

*Гончарук С.М.,
д.т.н., проф., ДВГУПС (РФ),*

*Шварцфельд В. С.,
д.т.н., проф., ДВГУПС (РФ)*

МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЩНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СЕЧЕНИЙ

Аннотация. В статье рассмотрена методика анализа пропускной способности мультимодальной транспортной сети на основе применения метода сечений, на примере двухполюсной не направленной сети мостиковой структуры с одной перемычкой с целью выявления «узких» мест в ее работе для формирования плана мероприятий по их ликвидации.

Ключевые слова: мультимодальная транспортная система (МТС), исходное множество альтернатив (ИМА), допустимое множество альтернатив (ДМА), лицо принимающее решение (ЛПР), метод сечений, маркетинговые исследования.

Введение. Происходящие в экономике мирового хозяйства процессы глобализации, кооперации, интеграции с одной стороны и, конкурентная борьба за приоритеты в различных сегментах мирового рынка транспортных услуг, с другой, ставят перед транспортом Украины принципиально новые задачи в области развития многовидовой (мультимодальной) транспортной системы страны и ее элементов. При этом необходимо на основе проведения комплексных маркетинговых исследований создавать и реализовывать такие программы и планы развития транспортной отрасли, которые позволят транспортной системе Украины обеспечить конкурентоспособность на мировом рынке транспортных услуг. Как показал мировой опыт, сегодня наиболее приоритетным направлением для инвестиций является сегмент рынка транспортных услуг, связанный с контейнеризацией перевозок.

В качестве примера в табл. 1 показано развитие контейнерных перевозок в портах КНР.

Таблица 1

Объем контейнерных перевозок в портах КНР в миллионах TEU

№ п/п	Порт	Годы		
		2002	2005	2012
1.	Шанхай	8,620	18,080	32,000
2.	Гонконг	18	22	30

Как видно из таблицы 1, объем работы порта Шанхай по контейнерным перевозкам вырос за десять лет в четыре раза. Для реализации такого объема контейнерных перевозок в КНР при государственной поддержке комплексно развивали средства транспорта портов и железнодорожных подходов к ним, а также создавали собственный подвижной состав. В настоящее время, по определению международных экспертов, наиболее приемлемым по всем показателям является контейнеровоз, обеспечивающий перевозку десяти тыс. контейнеров. Огромные объемы контейнерных перевозок позволяют КНР снижать тарифы и аккордные ставки, окупать за два, три года современные контейнеровозы и захватывать все большие объемы мирового рынка транспортных услуг на морском транспорте. Анализируя опыт развития мультимодальной транспортной системы КНР, следует отметить, что на глобальном уровне ее характеризуют два показателя — структура и мощность, которые необходимо исследовать в первую очередь и использовать в качестве отправной точки для планирования развития системы и поиска инвесторов. При этом, под структурой следует понимать структурно-параметрическое представление (описание) системы, а мощность системы — это ее способность осваивать определенный объем перевозок в заданный период

времени (год, месяц, квартал). Для поиска экономически эффективных решений на разных видах транспорта разработано множество различных методов и методик, учитывающих специфику и особенности развития того или иного вида транспорта, но такая детализация на данном этапе исследований существенно затрудняет поиск компромиссных глобальных решений для мультимодальной транспортной системы, так как разработанные для разных видов транспорта методы и методики не всегда являются универсальными и сопоставимыми.

По мнению авторов, на стадии анализа глобальных возможностей МТС страны и ее регионов, необходимо иметь методологию, позволяющую рассматривать структуру транспортной сети и ее мощность на основе единого унифицированного метода, являющегося инструментом для проведения маркетинговых исследований, направленных на поиск «узких» мест в работе системы и выбора предложений по их ликвидации.

Анализируя структуру транспортной системы, следует отметить, что Украина, имея развитую многовидовую (мультимодальную) транспортную систему, занимает выгодное географическое и геополитическое положение, дающее возможность при соответствующем обосновании и организации занять часть сегмента рынка транзитных контейнерных перевозок между странами АТР и Европы через морские и сухопутные мультимодальные транспортные узлы. Для реализации данной задачи, как отмечено выше, необходимо проводить комплексные маркетинговые исследования, позволяющие осуществить системный сбор, упорядочение и анализ данных о проблемах развития элементов и всей многовидовой (мультимодальной) транспортной системы. При этом следует понимать, что снижение объемов перевозок — это еще не проблема, а лишь следствие пока не выясненных причин и влияющих факторов. Организация и проведение комплексных маркетинговых исследований представляет собой сложную многовариантную задачу, решение которой возможно на основе специально разработанной для этих целей методологии, в основу которой необходимо положить рекомендации приведенные в [1, 2, 3, 4].

Постановка задачи исследования. Учитывая изложенное, в настоящей статье поставлена задача разработать методику проведения комплексных маркетинговых исследований, направленных на повышение эффективности работы средств транспорта мультимодальной транспортной системы (МТС) страны и/или ее регионов, с учетом взаимодействия различных видов транспорта в мультимодальных транспортных узлах (МТУ).

Учитывая сложность задачи, целесообразно решать ее по этапам, используя принцип декомпозиции

по элементам системы с последующим агрегированием и принятием решений.

Анализ публикаций. Особый интерес в области маркетинговых исследований представляют работы [1, 2, 3, 4], в которых изложены основные принципы, методы и методики проведения маркетинговых исследований. Проблемам проведения маркетинговых исследований на транспорте посвящено множество работ, большинство их направлено на работу отдельных видов транспорта. Однако, применительно к вопросам изменения структуры и мощности за счет развития средств транспорта с учетом их взаимодействия, исследований проводится недостаточно.

Цель исследования. Целью исследования является разработка методики анализа структуры и мощности (пропускной способности) мультимодальной транспортной системы, основными элементами которой являются железнодорожные звенья мультимодальных транспортных коридоров, на основе применения метода сечений.

Содержание исследования. Для проведения маркетинговых исследований по принятию решений формирования эффективной области альтернатив проектирования развития структуры и мощности мультимодальной транспортной системы страны или ее конкретных регионов, необходимо для лица, принимающего решения (ЛПР) разработать такую методологию подготовки исходной базы, которая позволяла бы оперативно, в приемлемые сроки, с достаточной степенью надежности просматривать на базе конкретных критериев возможные альтернативы из их допустимого множества. Таким образом, речь идет о работе с допустимым множеством альтернатив (ДМА) и при необходимости сужением их области, так как не смотря на формальное теоретическое построение [11, 40] исходного множества альтернатив (ИМА) и нахождение из него DMA, количество их остается большим.

Мультимодальные транспортные звенья (МТЗ), как элементы МТС, могут иметь большое количество возможных в перспективе технических состояний, зависящих от объема работы и отказов. В исследованиях [12, 13, 15, 19, 34], разработана методика формирования DMA для МТЗ разной технической вооруженности, позволяющая находить для них эффективную область альтернатив для разных экономических ситуаций.

Если учесть, что МТЗ или их часть, являются в настоящем исследовании элементами МТС, то становится очевидным, что разработанные в [13, 19] методологические приемы, формулы и результаты можно использовать для решения задач маркетингового исследования на сети в целом.

Схема методологии решения данной задачи приведена на рис. 1. Как видно из приведенного на рис. 1

алгоритма, авторами пропонується методологія рішення задачі, яка передбачає на основі отриманого ДМА, побудованого за формальними теоретичними передумовками і ознаками, перехід до подальшого звуження їх множини на основі переходу до реального опису альтернатив з урахування параметрів МТЗ, МТУ і характеристик їх роботи.

При цьому як апарат рішення задачі використовується розроблена авторами методика формування ефективної області альтернатив на елементах мережі (напрявленнях) [19], а також метод сечень [4, 26], описані основи теорії кожного приведено в цій статті.

Методологічна послідовність маркетингових досліджень для рішення поставленої задачі виглядає наступним чином:

- 1) за ДМА виконуються розрахунки пропускної і провозної спроможності з використанням автоматизованої системи комп'ютерного аналізу;
- 2) на основі методу сечень виявляються «вузькі» місця за елементами МТС і мережі в цілому, з урахуванням вихідного плану перевезень і перспективних їх значень;
- 3) в разі необхідності розглядаються варіанти посилення потужності елементів МТС і мережі в цілому в «вузьких» місцях;
- 4) визначається вплив відмов елементів МТС на терміни доставки вантажів і резерви їх пропускної спроможності;
- 5) визначаються раціональні (за критерієм ΔS) розміри перевезень на елементах МТС (де ΔS – удільна операційна ефективність);

6) розглядаються варіанти передачі грузопотоку на паралельні ходи;

7) розглядаються варіанти збільшення грузопотоку до раціонального їх рівня Γ^* на елементах (лініях), де $\Delta\Gamma_{\max} > 0$;

8) аналізуються економічно і технічно вигідні варіанти ліквідації відмов (при $ID > 1$);

9) проводиться повторний, в разі необхідності, аналіз можливих варіантів реконструкції елементів мережі в «вузьких» місцях;

10) формується множина альтернатив заходів проектування розвитку потужності елементів МТС і мережі регіону в цілому, будується домінуюча послідовність їх реалізації;

11) проводиться аналіз результатів, прийняття рішень.

Для забезпечення сприйняття, розглянемо реалізацію запропонованої методології на прикладі МТС, що має структуру найпростішої двохполюсної ненаправленої мережі мостової структури з однієї перемичкою, зображеною на рис. 2. ІМА для даного прикладу наведено в [11] і становить 32, ДМА = 16. Приймаючи в розглянутому прикладі те, що зв'язки 1 і 4 не підлягають виключенню ($x_1=1; x_4=1$), так як вони мають великі резерви провозної спроможності, отримуємо ДМА = 8, т.е. звужаємо ДМА в 2 рази. Пропускна спроможність, розрахована для кожного напрямку руху по елементах мережі, представлена на рис. 2. В даному прикладі, з метою зменшення обсягу вихідної інформації, прийнято, що пропускна



Рис. 1. Методологічна схема формування ефективної області альтернатив.

и перерабатывающая способность узлов «Запад», «Восток», «А» и «Б» не ограничивает рост перевозок в ближайшем будущем, а пропускная способность в четном и нечетном направлениях одинакова.

Пропускная способность элементов МТС определена по их основным параметрам при безотказной работе (или с учетом только тех отказов, которые по каким-либо причинам не могут быть ликвидированы в обозримом будущем).

Для определения пропускной способности по элементам сети использована разработанная авторами автоматизированная система, внедренная на железных дорогах РФ. В основу системы положена инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог [17].

Одним из методов описания работоспособности двухполюсных ненаправленных сетей являются методы путей и сечений [3, 4, 26]. Для понимания сущности метода сечений предварительно необходимо рассмотреть метод путей.

Метод путей. Путем в ненаправленной двухполюсной сети называют такое подмножество его линий, которое позволяет, переходя от одной линии сети к другой через инцидентный обоим им узел, перейти от одного полюса к другому. В общем случае путей в двухполюсной сети может быть много. В последовательной сети имеется только один путь. В параллельной сети путями является все множество параллельных линий.

При исследовании работоспособности двухполюсной сети целесообразно использовать понятие минимального пути. Минимальным путем двухполюсной сети называется такое подмножество его линий, которое позволяет переходя от одной линии к другой, через инцидентный обоим им узел, пройти от входного полюса к выходному, но исключение хотя бы одной любой линии из этого подмножества приводит

к тому, что оставшееся подмножество линий не является путем. Из этого определения следует, что минимальный путь представляет собой последовательное соединение некоторых линий сети, причем начальная и конечная линии минимального пути инцидентны соответственно входному и выходному полюсам.

Если через A_j обозначить подмножество линий, образующих j -й минимальный путь, то структурная функция этого минимального пути $\varphi_j(x)$ имеет вид:

$$\varphi_j(X) = \bigcap_{i \in A_j} x_i \quad (1)$$

Из сказанного следует, что двухполюсная сеть работоспособна, если в ней имеется хотя бы один минимальный путь.

Структурная функция двухполюсной сети с N минимальными путями имеет вид:

$$\Phi(X) = \bigcup_{i \leq j \leq N} \varphi_j(X) \quad (2)$$

Или с учетом (1)

$$\Phi(X) = \bigcup_{i \leq j \leq N} \bigcap_{i \in A_j} x_i \quad (3)$$

Перечисление всех минимальных путей, особенно в сетях сложной конфигурации с большим числом линий, задача не простая, рассмотрим ее на двух примерах.

Сеть мостиковой структуры с одной перемычкой. Такая сеть показана на рис. 1. Она имеет четыре минимальных пути:

$$\begin{aligned} \varphi_1(x) &= (x_1, x_4), & \varphi_3(x) &= (x_1, x_3, x_5), \\ \varphi_2(x) &= (x_2, x_5), & \varphi_4(x) &= (x_2, x_3, x_4). \end{aligned}$$

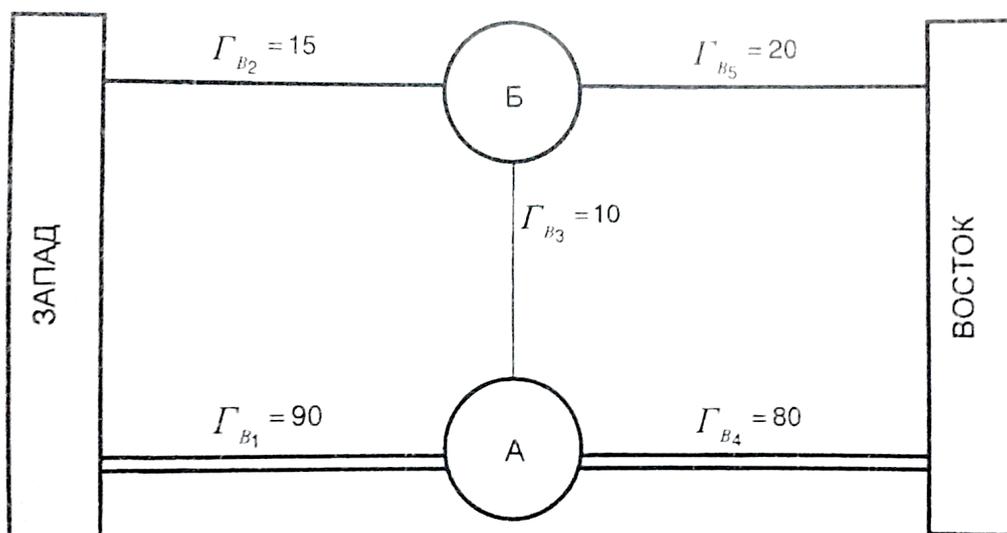


Рис. 2. Расчетная схема двухполюсной ненаправленной сети мостиковой структуры с одной перемычкой.

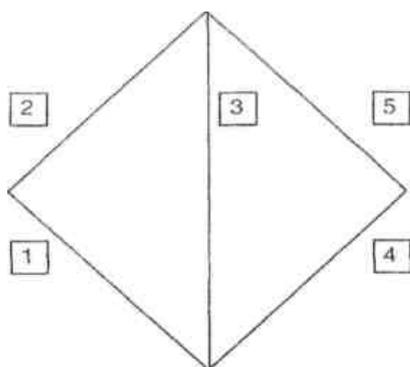


Рис. 3. Двухполюсная ненаправленная сеть мостиковой структуры с одной перемычкой

Структурная функция минимальных путей имеет вид:

$$\Phi(X) = (x_1 x_4) \vee (x_2 x_5) \vee (x_1 x_3 x_5) \vee (x_2 x_3 x_4),$$

или (4)

$$\Phi(X) = 1 - (1 - x_1 x_4) (1 - x_2 x_5) (1 - x_1 x_3 x_5) (1 - x_2 x_3 x_4)$$

Сеть мостиковой структуры с двумя перемычками.

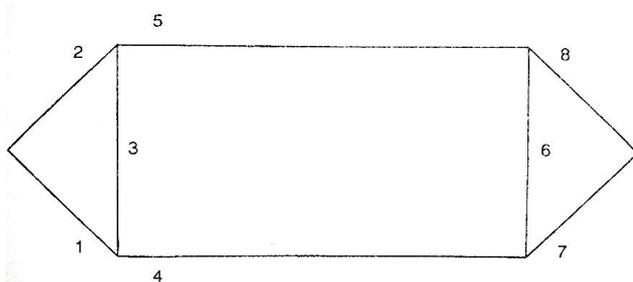


Рис. 4. Двухполюсная ненаправленная сеть мостиковой структуры с двумя перемычками

Количество минимальных путей рассматриваемой сети – восемь. Перечислим их:

$$\begin{aligned} \Phi_1(x) &= (x_1, x_4, x_7), & \Phi_5(x) &= (x_1, x_3, x_5, x_8), \\ \Phi_2(x) &= (x_2, x_5, x_8), & \Phi_6(x) &= (x_2, x_3, x_4, x_7), \\ \Phi_3(x) &= (x_1, x_4, x_6, x_8), & \Phi_7(x) &= (x_1, x_3, x_5, x_6, x_7), \\ \Phi_4(x) &= (x_2, x_5, x_6, x_7), & \Phi_8(x) &= (x_2, x_3, x_4, x_6, x_8). \end{aligned}$$

Структурная функция минимальных путей имеет вид:

$$\Phi(x) = 1 - (1 - x_1 x_4 x_7) (1 - x_2 x_5 x_8) (1 - x_1 x_4 x_6 x_8) (1 - x_2 x_5 x_6 x_7) (1 - x_1 x_3 x_5 x_8) (1 - x_2 x_3 x_4 x_7) (1 - x_1 x_3 x_5 x_6 x_7) (1 - x_2 x_3 x_4 x_6 x_8) \quad (5)$$

Если в формулах (4) и (5) принять равным единице любое подмножество переменных в круглых скобках, образующих путь, а остальные переменные принять равными нулю, то $\Phi(x) = 1$, т.е. двухполюсник останется работоспособным.

Например в формуле (4) примем $x_1 = 1, x_4 = 1, x_2 = 0, x_3 = 0, x_5 = 0$, что соответствует работоспособности только пути $\Phi_1 = (x_1, x_4)$ на рис. 3, и сразу получаем:

$$\Phi(x) = 1$$

Очевидно, что структурная функция для i -го минимального пути

$$\Phi(x) \equiv 1$$

Выше были рассмотрены простые сети, для которых перечисление минимальных путей производится путем визуального анализа графа сети. В общем случае задача перечисления минимальных путей решается не так просто и здесь не рассматривается.

Метод сечений. Сечением ненаправленной двухполюсной сети называют такое подмножество его линий, удаление которых из сети разрывает все пути этой сети. Сечений в двухполюсной сети может быть много. В последовательной сети сечениями является все множество последовательных линий. В параллельной сети имеется только одно сечение.

При анализе работоспособности двухполюсника целесообразно использовать понятие *минимального сечения*. Минимальным сечением двухполюсной сети называется такое подмножество его линий, удаление которых разрывает все пути сети, но введение хотя бы одной любой из линий этого подмножества приводит к появлению хотя бы одного пути. Из этого следует, что минимальное сечение есть параллельное соединение некоторых линий сети.

Если через B_k обозначить подмножество линий, образующих k -е минимальное сечение, то структурная функция этого минимального сечения $f_k(X)$ имеет вид:

$$f_k(X) = \bigcup_{i \in B_k} x_i \quad (7)$$

Из сказанного следует, что для нарушения работоспособности двухполюсной сети достаточно исключения линий, принадлежащих хотя бы одному минимальному сечению.

Структурная функция двухполюсной сети с M минимальными сечениями имеет вид:

$$\Phi(X) = \bigcap_{1 \leq k \leq M} f_k(X) \quad (8)$$

или с учетом (7)

$$\Phi(X) = \bigcap_{1 \leq k \leq M} \bigcup_{i \in B_k} x_i \quad (9)$$

Перечисление всех минимальных сечений, особенно в сетях сложного начертания с большим

числом линий, задача не простая. Здесь мы рассмотрим ее на двух примерах.

Сеть мостиковой структуры с одной перемычкой (рис.5) имеет четыре минимальных сечения:

$$f_1(X) = (x_1, x_2), \quad f_3(X) = (x_1, x_3, x_5),$$

$$f_2(X) = (x_4, x_5), \quad f_4(X) = (x_2, x_3, x_4).$$

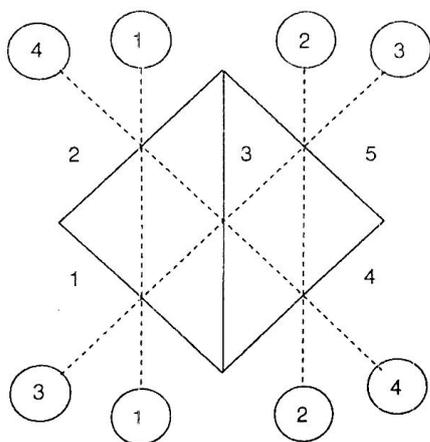


Рис. 5. Минимальные сечения двухполюсной ненаправленной сети мостиковой структуры с одной перемычкой

Структурная функция минимальных сечений имеет вид:

$$\Phi(X) = (x_1 \vee x_2)(x_4 \vee x_5) (x_1 \vee x_3 \vee x_5)(x_2 \vee x_3 \vee x_4),$$

или

$$\Phi(x) = [1 - (1 - x_1)(1 - x_2)][1 - (1 - x_4)(1 - x_5)] \times [1 - (1 - x_1)(1 - x_3)(1 - x_5)][1 - (1 - x_2)(1 - x_3)(1 - x_4)] \quad (10)$$

Сеть мостиковой структуры с двумя перемычками (рис. 6) имеет девять минимальных сечений:

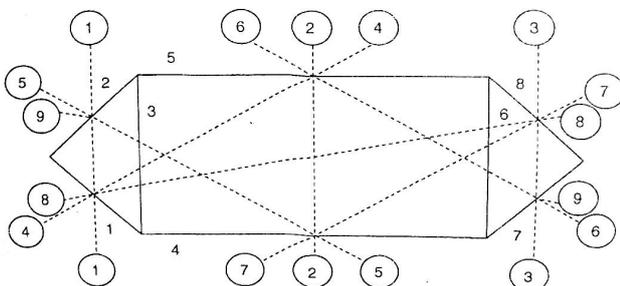


Рис. 6. Минимальные сечения двухполюсной ненаправленной сети мостиковой структуры с двумя перемычками

$$f_1(X) = (x_1, x_2), \quad f_5(X) = (x_2, x_3, x_4),$$

$$f_2(X) = (x_4, x_5), \quad f_6(X) = (x_5, x_6, x_7),$$

$$f_3(X) = (x_7, x_8), \quad f_7(X) = (x_4, x_6, x_8),$$

$$f_4(X) = (x_1, x_3, x_5), \quad f_8(X) = (x_1, x_3, x_6, x_8),$$

$$f_9(X) = (x_2, x_3, x_6, x_7).$$

Структурная функция минимальных сечений имеет вид:

$$\Phi(X) = [1 - (1 - x_1)(1 - x_2)][1 - (1 - x_4)(1 - x_5)] \times [1 - (1 - x_7)(1 - x_8)][1 - (1 - x_1)(1 - x_3)(1 - x_5)] \times [1 - (1 - x_2)(1 - x_3)(1 - x_4)][1 - (1 - x_5)(1 - x_6)(1 - x_7)] \times [1 - (1 - x_4)(1 - x_6)(1 - x_8)] \times [1 - (1 - x_1)(1 - x_3)(1 - x_6)(1 - x_8)] \times [1 - (1 - x_2)(1 - x_3)(1 - x_6)(1 - x_7)]. \quad (11)$$

Если в формулах (10) или (11) принять равным нулю любое подмножество

переменных x_i в квадратных скобках, образующих сечение, то $\Phi(X) = 0$, т.е. двухполюсник станет неработоспособным.

Например, в формуле (10) положим в первых квадратных скобках $x_1 = 0, x_2 = 0$, что соответствует сечению (1)–(1) на рис. 6, и сразу получаем: $\Phi(X) = 0$.

Очевидно, что структурная функция i -го минимального сечения:

$$f_i(x) \equiv 0 \quad (12)$$

Перечисление минимальных сечений для рассмотренных примеров было проделано на основе визуального анализа. Общая задача перечисления минимальных сечений значительно сложнее и здесь не рассматривается, так как за видимой простотой формул (3) и (9) скрыта сложная комбинаторная проблема.

Приведенные здесь теоретические предпосылки метода сечений используются далее в этой статье для выявления «узких» мест направлений и сети в целом. Для первого этапа анализа альтернатив из допустимого их множества в рассматриваемом примере применим «метод сечений», основы теории которого рассмотрены выше.

Сечения производятся при $\Phi(x) = 0$, т.е. из условия полного отказа сети. Затем суммируются провозные способности линий, входящих в сечение. Далее сравниваются суммарные провозные способности всех сечений и на базе полученных результатов делается анализ ДМА с позиций выявления первоочередных для реконструкции линий.

Если провозная способность элементов по направлениям не одинакова, то и суммарные провозные способности сечений будут различаться по направлениям.

В рассматриваемом примере, из условия $\Phi(x) = 0$, имеют место 4 сечения. Суммарная про-

возная способность по ним показана на рис. 7.

Введем ряд понятий и символов, используемых в данной статье:

G_{v_i} - возможная провозная способность на i -ой линии сети;

$\Sigma G_{v_i} = G_{v_1} + G_{v_2} + \dots + G_{v_p}$ - суммарная провозная способность на элементах сети, входящих в i -ое сечение;

G_{np_i} - объем неперераспределяемых перевозок на линиях сети;

$\Sigma G_{np_i} = G_{np_1} + G_{np_2} + \dots + G_{np_i}$ - суммарный объем неперераспределяемых перевозок, входящих в i -ое сечение;

$\Sigma G_p = \Sigma G_{v_i} - \Sigma G_{np_i}$ - суммарные резервы провозной способности по возможным сечениям.

По критерию «суммарная провозная способность» ΣG_{v_i} «узким» местом на рассматриваемой сети железных дорог будет 4-е сечение (звенья $i = 4,5$), которое ограничивает суммарные грузопотоки между «Западом» (вместе с узлами А и Б) и «Востоком» величиной 100 млн т/год. Однако этот вывод нельзя считать окончательным, поскольку не учтена загрузка элементов сети.

Все перевозки, как известно, можно условно разделить на неперераспределяемые и перераспределяемые. К первым, как правило, относятся:

- перевозки, для которых имеется единственный возможный маршрут;
- местные перевозки в пределах одного элемента сети;
- транзитные перевозки в пределах 2-3 элементов сети, если альтернативные маршруты по каким-либо показателям заведомо хуже (например, в 2 и более раза длиннее);
- транзитные перевозки по установившимся маршрутам, которые не изменяются и не будут меняться в ближайшем будущем.

Остальные перевозки могут осуществляться по маршрутам, удобным для клиентов (минимальная стоимость) или удобным для железной дороги (максимальная прибыль).

Пусть для заданного примера имеются следующие неперераспределяемые перевозки G_{np_i} , показанные на рис. 8 (приняты одинаковыми для обоих направлений), и соответствующие им суммарные резервы провозной способности по возможным сечениям

$$\sum_i G_p = \sum_i G_{v_i} - \sum_i G_{np_i}$$

Таким образом, по критерию «суммарный резерв провозной способности ΣG_p «узким» местом сети будет 2-е сечение (звенья $i = 2,3,4$), которое ограничивает суммарные перераспределяемые грузопотоки между «Западом» (вместе с узлом А) и «Востоком» (вместе с узлом Б) величиной 59 млн т/год.

Перераспределяемые перевозки задаются в форме шахматки корреспонденции (табл. 2):

Таблица 2

Перераспределяемые грузопотоки на сети, млн т/год

Пункты зарождения грузопотоков	Пункты назначения				Всего из пунктов зарождения
	Запад	А	Б	Восток	
Запад	—	5	5	30	40
А	5		0	5	10
Б	5 (+5)	0	—	5	10+5
Восток	30	5	5	—	40
Всего в пункты назначения	40+5	10	10	40	100+5

В рассматриваемом примере моделируется ситуация, когда к имеющемуся грузопотоку из узла Б на запад (5 млн.т/год) добавляется новый - размером 5 млн т/год.

На рис. 9-12 приведены суммарные перераспределяемые грузопотоки для 4-х возможных сечений в сравнении с имеющимися резервами провозной способности.

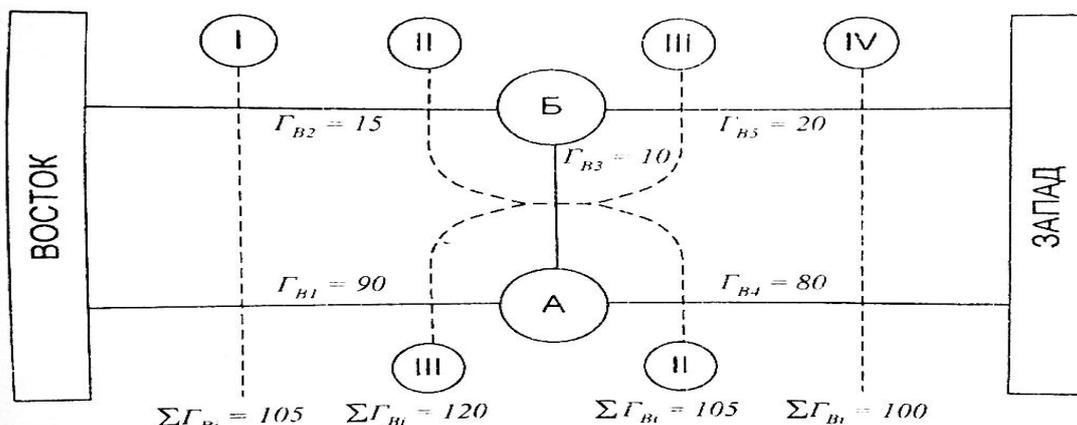


Рис. 7. Схема сечений в рассматриваемом примере с суммарной провозной способностью

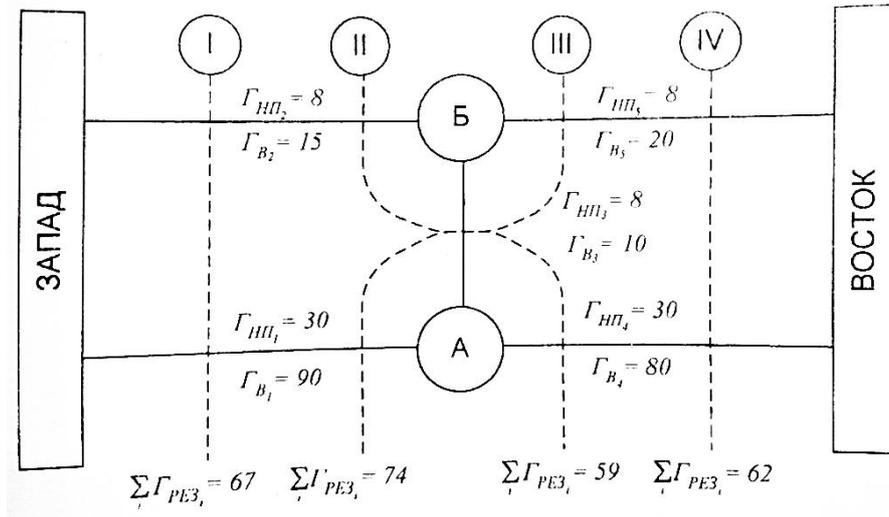


Рис. 8. Схема сечений в рассматриваемом примере с суммарной провозной способностью

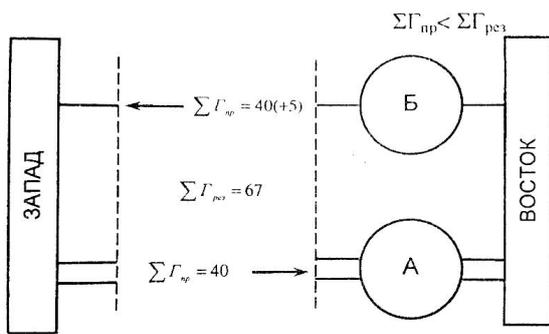


Рис. 9. Сечение I

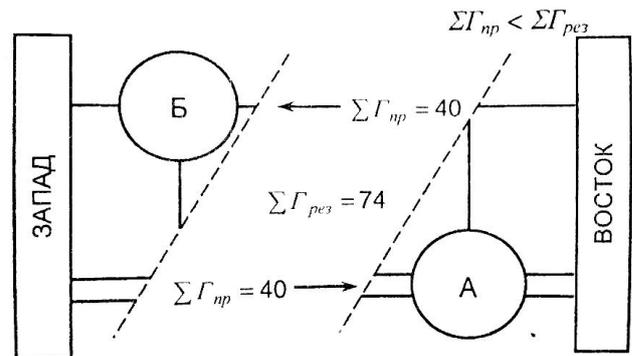


Рис. 11. Сечение III

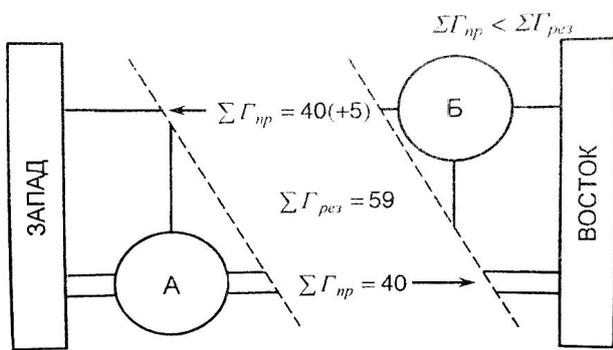


Рис. 10. Сечение II

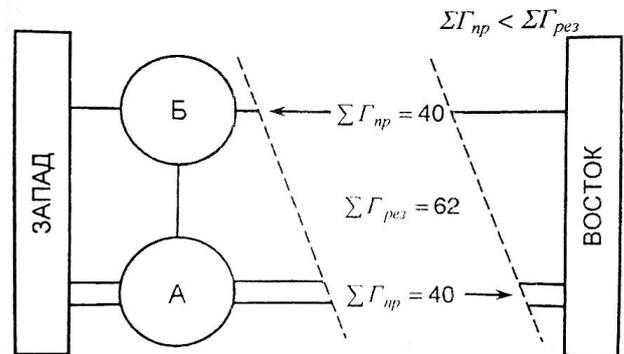


Рис. 12. Сечение IV

Итак, все сечения рассматриваемой сети обеспечивают пропуск существующих и перспективных грузопотоков. Однако, более детальный анализ показывает:

— что резервы провозной способности линий $i=2,3$ недостаточны для пропуска нового грузопотока из узла Б на запад, следовательно, часть его должна следовать по обходному маршруту (Б-Восток — А-Запад), что может быть неэффективно;

— подходы к узлу Б (линии $i = 2,3,5$) имеют незначительный суммарный резерв провозной способности (6 млн т/год), который может стать еще меньше из-за отказов данных линий сети, что практически исключает следование возможных дополнительных транзитных грузопотоков с запада на восток и обратно через узел Б.

Поскольку расчетная мощность элементов, входящих в сечение II, позволяет пропустить заданные грузопотоки (с использованием обходных маршрутов), то следует сначала проверить, как влияют «отказы» элементов на величину резерва провозной способности, и можно ли обойтись без реконструкции линий $i = 2,3$, которая потребует больших капитальных вложений.

Фактическая провозная способность G_{ϕ} , т.е. провозная способность с учетом имеющих место отказов на линии сети, определяется:

$$G_{\phi} = \frac{\sum_i N_{отк_i} \cdot G_{отк_i} \cdot t_{отк_i}}{365 \cdot 24}$$

где $N_{отк_i}$ — количество отказов данной категории;

$G_{отк_i}$ — объем перевозок, находящийся в работе при отказе данной категории;

$t_{отк_i}$ — продолжительность отказа данной категории.

Все рассмотренные выше варианты по мере их анализа (с отсеиванием заведомо неперспективных) заносятся в множество альтернатив (мероприятий) развития мощности и структуры МТС региона.

Результаты и выводы. В статье рассмотрена методология проведения маркетинговых исследований отыскания эффективной области альтернатив развития структуры и мощности МТС на основе предложенных авторами теоретических положений по формированию ИМА и отысканию ДМА.

Дана схема методологии решения задачи проектирования развития мощности и структуры МТС, с учетом описания элементов системы на базе конкретных критериев эффективности работы МТС.

Предложенная методология позволяет из ДМА подбирать технически необходимые и экономически обоснованные мероприятия по реконструкции сети.

Рассмотрены основы теории метода сечений для исследования эффективности развития сети мостиковой структуры с одной и двумя перемычками. Приведен вид структурных функций двухполюсной сети с множеством минимальных сечений.

Апробация теоретических основ решения поставленной задачи проведена для региональной сети железных дорог РФ, а в последующих исследованиях будет апробирована на сети железных дорог Украины.

Литература:

1. А.В. Зозулев, С.А. Солнцев. Маркетинговые исследования: теория, методология, статистика. Москва. — 2008. — 643 с.
2. АакерД., Кумар В., Дэй Дж. Маркетинговые исследования: пер с англ. — СПб.: Питер, 2004. — 848 с.
3. Котлер Ф. 300 ключевых вопросов маркетинга: отвечает Филип Котлер/Пер. С англ. — М.: 2007. — 224 с.
4. Н. Капон, В. Колчанов, Дж. Макхалберт. Управление маркетингом. — Москва. — 2010. — 832 с.
5. Гончарук, С.М. Теория и практика проектирования облика и мощности сети железных дорог (системный подход). Часть 1. Методология формирования альтернатив облика мощности сети железных дорог с учетом надежности ее функционирования: Монография / С.М. Гончарук, А.В. Гавриленков, В.С. Шварцфельд. — Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2003. — 178 с.
6. Шварцфельд, В.С. Принятие решений при проектировании облика мощности сети железных дорог (системный подход). Часть 2. Поддержка принятия решений по проектированию облика и мощности сети железных дорог на основе геоинформационной аналитической системы: Монография / В.С. Шварцфельд, С.М. Гончарук, А.В. Гавриленков. — Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2003. — 178 с.
7. Гончарук, С.М. Методика экономической оценки влияния неблагоприятных природных факторов на работу железных дорог Сахалина / С.М. Гончарук, О.В. Калинин // Сб. науч. тр. — Хабаровск: ХабИИЖТ, 1992. — С. 4-10.
8. Гончарук, С.М. Выбор критерия технической эффективности для проектирования развития железнодорожного направления / С.М. Гончарук, О.В. Калинин // Сб. науч. тр. — Хабаровск: ХабИИЖТ, 1992. — С. 53-57.
9. Гончарук, С.М. Определение рационального состояния железнодорожного направления при заданных объемах перевозок / С.М. Гончарук, О.В. Калинин // Проблемы транспорта Дальнего Востока: Тезисы докладов региональной научно-технической конференции. — Хабаровск: ХГТУ, 1995. — С. 168-169.
10. Калинин, О.В. Повышение эффективности перевозок и мощности железнодорожного направления в сложных природных условиях. Дис... к-та техн. наук: 05.22.03 / О.В. Калинин. — Хабаровск, 2001. — 400 с.
11. Первозванский, А.А. декомпозиция, агрегирование и приближенная оптимизация / А.А. Первозванский, В.Г. Гайцгори. — М.: Наука, 1979. — 342 с.
12. Барлоу, Р. Статистическая теория надежности испытания на безотказность / Р. Барлоу, Ф. Прошан. — М.: Наука, 1984. — 372 с.
13. Левин, Д.Ю. Оптимизация потоков поездов / Д.Ю. Левин — М.: Транспорт, 1988. — 175 с.
14. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог. — М.: Транспорт, 1991. — 303 с.
15. Барлоу, Р. Математическая теория надежности / Р.Барлоу, Ф. Прошан. — М.: Наука, 1969. — 488 с.

Лебедева Н.А., Гончарук С.М., Шварцфельд В. С.
Маркетингові дослідження потужності елементів
мультимодальної транспортної системи на основі
застосування методу перерізів.

Анотація. У статті розглянуто методику аналізу пропускної здатності мультимодальної транспортної мережі на основі застосування методу перерізів, на прикладі двополюсної не спрямованої мережі мостикової структури з одного перемичкою з метою виявлення «вузьких» місць у її роботі для формування плану заходів щодо їх ліквідації.

Ключові слова: мультимодальна транспортна система (МТС), вихідна безліч альтернатив (ВМА), допустима безліч альтернатив (ДБА), особа, яка приймає рішення (ОПР), метод перерізів, маркетингові дослідження.

Lebedeva N. A., Goncharuk S. M., Shvartsfeld V. S.
Marketing research of power of multimodal
transportation system on the base of sections
method.

Summary. The paper discuss the methodology of assessment of multimodal transportation system capacity on the basis of sections (the example of bipolar directed system of bridging structure with one jumper) in order to find 'bottlenecks' in its work to develop an action plan to eliminate them.

Keywords: multimodal transportation system (MTS), original set of alternatives (OSA), allowed quantity of alternatives (AQA), decision maker (DM), method of sections, marketing research.