

УДК 332.122: 338.47

В. В. Лифар,
к. е. н., доцент,

доцент кафедри менеджменту, Запорізький національний технічний університет, м. Запоріжжя

МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РОЗМІЩЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ

У статті розглянуто можливість розвитку транспортно-логістичної інфраструктури в Україні. Запропоновано економіко-математичну модель вибору оптимального місця розташування мережі регіональних транспортно-логістичних центрів.

Ключові слова: транспортно-логістичний центр, регіон, вантажні перевезення, модель, місце розташування.

In this article the opportunity of transport-logistical infrastructure development in Ukraine is considered. The economic-mathematical model for the optimal location choice of regional transport-logistical center's network is proposed.

Key words: transport-logistical center, region, cargo traffic, model, location.

Постановка проблеми. Як свідчить досвід зарубіжних країн, розвиток логістичних центрів може суттєво сприяти додатковому економічному зростанню [1]. Знадобилося всього лише 10-15 років для того, щоб мультимодальні центри стали ключовою частиною транспортної, виробничої і соціальної інфраструктури в країнах Європи. Ефективність транспортно-логістичних центрів для споживачів (вантажовідправників) полягає у скороченні транспортних і логістичних витрат. Це підтверджує й зарубіжний досвід функціонування логістичних центрів, який свідчить про те, що транспортні витрати скорочуються на 7-20%, витрати на вантажно-розвантажувальні роботи і зберігання матеріальних ресурсів та готової продукції зменшуються на 15-30 %, запаси матеріальних ресурсів і готової продукції – на 50%, загальні логістичні витрати – на 12-35 %, а також прискорюється оборотність матеріальних ресурсів на 20-40% [2, с. 493].

Тому в теперішній час актуальним є вирішення завдання, спрямованого на розвиток транспортно-логістичної інфраструктури в регіонах України, зокрема, створення мережі регіональних транспортно-логістичних центрів (РТЛЦ), яка забезпечить підвищення ефективності функціонування транспортного комплексу регіону і реалізацію його транзитного потенціалу.

Аналіз останніх наукових досліджень. Питанням розвитку логістичних центрів на регіональному рівні присвячені роботи таких українських вчених як: В.І.Копитко досліджував управління транспортно-логістичними системами на регіональному рівні [3], О.М.Полякова – методологічні основи створення мережі РЛЦ в Україні [4], С.В.Крикавський – проектування логістичної мережі [5], Р.Р.Ларіна – проблеми і перспективи створення РТЛЦ в Україні [6], Н.М.Дашенко – розвиток логістичних центрів на сучасному етапі [7]. Серед російських дослідників слід відзначити роботи В.М.Никитинського [8], Т.А.Прокоф'євої [9], Л.Б.Міротіна [10]. Однак, недостатньо уваги приділено практичним аспектам створення РТЛЦ.

Мета роботи. Розробити економіко-математичну модель для вибору оптимального місця розташування мережі регіональних транспортно-логістичних центрів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз літератури за тематикою показав, що логістичні центри (під якими часто розуміють дистрибуторські центри) і транспортно-логістичні центри мають зовсім різне функціональне призначення. Поняття ТЛЦ може розглядатися тотожно до поняття багатофункціональний мультимодальний термінальний комплекс. У різних джерелах їх називають також вантажними розподільними центрами, мультимодальними логістичними центрами або транспортними терміналами. Головним завданням ТЛЦ є використання сучасних логістичних технологій та забезпечення інтеграції матеріальних, інформаційних і фінансових потоків.

Визначення доцільності створення РТЛЦ базується на методичній основі:

- 1) вияв стану ринкового середовища та конкурентного оточення;
- 2) аналіз можливих режимів роботи РТЛЦ;
- 3) визначення цільових груп клієнтів;
- 4) аналіз структури вартості (ціни) послуги центру.

Вирішення задачі розміщення РТЛЦ може бути отримано шляхом математичного моделювання, яке дозволяє визначити найбільш раціональне місце розташування РТЛЦ. Аналіз вихідних даних такої задачі показує, що для побудови адекватної моделі слід використати достатньо велику кількість різних економічних та не економічних показників, що робить модель важко доступною для огляду й складною для використання на практиці. Для зменшення розмірності задачі з початкової сукупності факторів вибрані найбільш значимі, які надають якісну оцінку можливому місцю розташування ТЛЦ, а саме: наявність інтеграції видів транспорту, стан транспортної інфраструктури, якість автомобільних доріг, стан залізничної колії, розвиток промисловості, розвиток торгівлі, розмір населеного пункту, наявність кваліфікованих кадрів.

Порівняльна оцінка значимості факторів проводилася методом групової експертної оцінки прогнозного рішення, який представляє собою ряд послідовно здійснюваних процедур, спрямованих на підготовку та обґрунтування прогнозу. В результаті проведеного опитування експертів (керівників транспортних служб і підприємств різного рівня) була визначена ступінь впливу кожного фактора початкової сукупності на розміщення регіонального ТЛЦ за 5-бальною шкалою. Обробка результатів опитування експертів здійснювалася з використанням комп'ютерної програми STATISTICA.

Отримані результати покладено в основу рішення задач мінімізації витрат на експортно-імпорتنі та транзитні вантажні перевезення з використанням найкоротших маршрутів. Згідно з використовуваним методом, чим більше число таких маршрутів належить вершина, що зображує район, тим, з точки зору загальної задачі розміщення регіонального ТЛЦ, він цінніший. Таким чином, у відношенні всієї сукупності перевезень, значимість кожної вершини може бути

оцінена величиною R_{route} , яка задає кількість найкоротших маршрутів у своєму списку.

Обчислення критерію здійснювалося згідно з наступною алгоритмічною схемою:

- 1) подання мережі доріг навантаженою матрицею суміжності з вказівкою відстані між сусідніми пунктами;
- 2) знаходження матриці найкоротших відстаней з вказівкою оптимальних маршрутів, що пов'язує будь-яку пару вершин графа з попереднього шагу алгоритму;
- 3) для кожної вершини обчислення значення критерію, як кількості маршрутів, що містять її у своєму списку

$$R_{route}(v) = \left\{ M | v \succ M \right\} \quad (1)$$

де в правій частині – потужність множини оптимальних (найкоротших) маршрутів, що містять вершину V , (позначення $V \in M$ відображає факт входження вершини V в маршрут M).

Задача вирішувалася на реальному графі, що визначає мережу доріг Запорізької області. Загальне число вершин графа дорівнює 22. Вихідна матриця суміжності містить 266 ненульових елементів. Методом найменших квадратів для кожного району області були побудовані лінійно-регресійні моделі $\bar{y} = a_0 + a_1 t$, де t – час, а змінна відгуку оцінює середній обсяг перевезень вантажів на даний період, та здійснено прогноз значень змінної відгуку на 2011-2012 роки. Для спрощення обчислювань точкою відліку було прийнято 2010 рік. Адекватність моделей підтверджується високим значенням вибіркового коефіцієнта кореляції (не нижче 0.96) та надзвичайно малими помилками прогнозу (не більше 5% прогнозованого значення).

Оцінка обсягів перевезень вантажів y_i i -го району Запорізької області обчислювалась, як частка від загального обсягу перевезень вантажів y_z по області на 2012 р., пропорційна значимості Z_i його участі в процесі перевезень:

$$y_i = \frac{Z_i}{\sum_j Z_j} y_z \quad (2)$$

Значимість Z_i обчислювалась як середньозважена відносних значень показників районів області зі списку: кількість населення K_{nas} , наявність виробництва K_{pr} , наявність залізничної дороги K_{gd} , наявність водного транспорту K_{vod} , наявність автомобільних доріг державного значення K_{gos} .

$$Z_i = a_1 K_{nas,i} + a_2 K_{pr,i} + a_3 K_{gd,i} + a_4 K_{vod,i} + a_5 K_{gos,i} \quad (3)$$

Коефіцієнти формули та їх вагомості можна знайти, використовуючи метод експертних оцінок. Однак, враховуючи той факт, що при розгляді кореляційної залежності обсягу перевезень по сумарним значенням перелічених показників районів області вибіркового коефіцієнта множинної кореляції дорівнює $R=0.58$, було вирішено використати рівняння регресії, яке відображає вказаний кореляційний взаємозв'язок. Розрахунки проводилися з використанням статистичного пакету STATISTICA і математичного пакету MathCAD. Попередньо натуральні значення показників були замінені відносними шляхом ділення кожного з них на максимальне значення відповідного показника. Модулі отриманих в результаті оцінок коефіцієнтів регресії ділилися на мінімальне, по відношенню до всіх отриманих оцінок, значення. Кінцеві результати розрахунків наведено у таблиці 1.

З використанням знайденої вагомості і відносних значень показників по формулі (3) обчислено значення Z_i , що дало можливість по формулі (2) оцінити участь кожного району у вантажних перевезеннях.

Для розв'язання основної задачі розміщення регіонального ТЛЦ використовувалася методологія динамічного програмування, зокрема, різновид методу гілок і меж, який дозволяє знайти квазіоптимальне рішення. У якості основного критерію, який оцінює перевагу кожного району Запорізької області, використовувалася арифметична згортка:

$$F_{ij} = C_{nas} K_{nas,j}^{otn} + C_{pr} K_{pr,j}^{otn} + C_{gd} K_{gd,j}^{otn} + C_{vod} K_{vod,j}^{otn} + C_{gos} K_{gos,j}^{otn} + C_{route} R_{route,j}^{otn} + C_{per} K_{per,j}^{otn} \quad (4)$$

де, у порівнянні з вже перерахованими, додані критерії, які відображають топологію найкоротших маршрутів і обсяги перевезень, а відповідні вагомості C були знайдені раніше методом експертних оцінок при визначенні сукупності значимих критеріїв. Всі критерії в правій частині формули (4) відносні і були визначені шляхом ділення натуральних значень факторів на максимальні значення.

Таблиця 1.

Оцінка значимості відносних показників переваги районів Запорізької області

| Відносний показник | Модуль коефіцієнта регресії | Вага коефіцієнта |
|---|-----------------------------|------------------|
| кількості населення (K_{nas}) | 34,878 | 1 |
| наявності виробництва (K_{pr}) | 96,355 | 2,76 |
| наявності залізничної дороги (K_{gd}) | 660,006 | 18,92 |
| наявності водного транспорту (K_{vod}) | 224,074 | 6,42 |
| наявності автомобільних доріг державного значення (K_{gos}) | 541,192 | 15,52 |

Слід відмітити, що при розгляді фактора, пов'язаного з найкоротшими маршрутами, необхідно враховувати ту обставину, що сукупність маршрутів, які містять хоча б одну з двох обраних вершин с номерами k, l , може бути представлена об'єднанням трьох множин $\Omega_k \cup \Omega_l \cup \Omega_{kl}$. Перші дві множини містять тільки одну вершину пари, але не містять іншої, а третя множина перелічує маршрути, які містять обидві вершини. З точки зору використання в перевезеннях найкоротших маршрутів множина Ω_{kl} відображає надмірність одночасного використання вершин k та l .

Отже, економіко-математична модель розміщення регіонального ТЛЦ може бути представлена наступним чином: визначити такий вектор X , який доставляє максимум цільової функції (формула 5):

$$Z(X) = X^T F_A - \frac{1}{2} C_{route} X^T \Omega X \rightarrow \max, \quad (5)$$

де $Z(X)$ – обсяг вантажних перевезень; X – вектор призначень; X^T – транспонований (зворотній) вектор; C_{route} – вагомості маршруту; F_A – матриця корисності призначень

при обмеженнях

$$X^T X \leq N, \quad (6)$$

де N – максимальне число регіональних ТЛЦ,

$$x_j(x_j - 1) = 0, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

де x_j – обсяг вантажів, що перевозяться по j -му маршруту.

Перше обмеження (6) описує загальну кількість створених центрів, а обмеження (7) відображає булевий характер змінних (змінні приймають значення 0 або 1). Елементи вектора корисності призначень $F_A = (F_{Aj})$ обчислюються для всіх вершин по формулі (4). Елементи матриці надмірності $\Omega = (\Omega_{ij})$ розраховуються шляхом ділення потужності множини Ω_{ij} на максимальне (по всім парам вершин) значення.

У зв'язку з значною розмірністю моделі та складним характером взаємозв'язку цільової функції з вектором змінних, а також необхідністю використання формули включень-виключень, задача має не поліноміальний комбінаторний характер. Використання алгоритму, що дає на виході лише квазіоптимальне рішення, обгрунтовано швидким зростанням загального числа варіантів розміщення регіонального ТЛЦ.

Сутність використовованого методу полягає в тому, що на кожному етапі обирається найбільш перспективне продовження процесу з урахуванням надмірності. Всі розгалуження запам'ятовуються у списку S , кожний елемент якого представляє собою трійку значень (X, f, F_A) , де X – вектор призначень, f – оцінка корисності призначення, а F_A – матриця остаточної корисності з видаленням надмірності по вектору призначень. У якості початкових варіантів призначення обираються дві вершини з максимальними значеннями корисності F_{Aj} . Процес зупиняється, коли число компонент вектора призначень дорівнює N .

Розроблена методологія надає можливість об'єктивної оцінки переваги місць дислокації регіональних ТЛЦ з урахуванням важливості визначених в моделі критеріїв.

Аналіз результатів моделювання показав, що максимальне число регіональних ТЛЦ для Запорізької області дорівнює трьом ($N=3$). Представлені в таблиці 2 отримані значення цільової функції і вектора корисності доводять, що оптимальним сценарієм є розміщення транспортно-логістичних центрів в містах Запоріжжя (вершина A(0,0)), Мелітополь (вершина A(7,0)), Бердянськ (вершина A(13,0)). Цим вершинам відповідають максимальні параметри моделі:

цільової функції – Запоріжжя (Z=114,98), Мелітополь (Z=112,44), Бердянськ (Z=110,01);
вектора корисності призначень – Запоріжжя (F=12,23), Мелітополь (F=11,06), Бердянськ (F=10,97).

Таблиця 2.
Оцінка розміщення ТЛЦ в Запорізькій області

| Вершина | Цільова функція Z | Вектор корисності F |
|---------|-------------------|---------------------|
| A(0,0) | 114,98 | 12,23 |
| A(0,1) | 36,51 | 7,16 |
| ... | ... | ... |
| A(7,0) | 112,44 | 11,06 |
| A(7,1) | 28,17 | 5,79 |
| ... | ... | ... |
| A(13,0) | 110,01 | 10,97 |
| A(13,1) | 31,28 | 6,03 |
| | ... | ... |
| A(22,7) | 21,85 | 6,19 |

Отримані результати дозволяють зробити проміжний висновок, що створення ТЛЦ в цих містах згідно з цільовою функцією (5) приведе до максимізації обсягів вантажних перевезень.

Висновки. Отже, формування РТЛЦ можна віднести до найважливіших інфраструктурних проектів, реалізація яких виявилася б мультиплікатором розвитку економіки окремих регіонів, розвитку транспортної системи та суміжних до неї галузей. Запропонована економіко-математична модель створення мережі РТЛЦ дозволяє визначити раціональне місце розташування ТЛЦ. В основу моделі покладено задачу мінімізації витрат на транзитні вантажні перевезення з використанням найкоротших маршрутів. При цьому враховуються обсяги вантажних перевезень по області і вагомість показників, які впливають на створення транспортно-логістичних центрів.

Список використаних джерел:

1. Альбеков А.У. Современные логистические технологии и стратегии / А.У.Альбеков. – Ростов н/Д: Изд-во РГЭУ (РИНХ), 2010. – 353 с.
2. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе / В.И.Сергеев. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 587с.
3. Копитко В.І. Управління транспортно-логістичними системами на регіональному рівні / В.І.Копитко // Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. – 2008. – №4(72). – С.45-53.
4. Полякова О.М. Методологічні основи формування і розвитку мережі регіональних логістичних центрів в Україні / О.М.Полякова // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2010. – №30. – С.28-32.
5. Криківський Є.В. Регіональна політика та проектування логістичної мережі / Є.В.Криківський // Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. – 2003. – №5. – С.164-172.
6. Ларіна Р.Р. Проблеми і перспективи створення регіональних транспортно-логістичних центрів / Р.Р.Ларіна // Логістика промислових регіонів: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Донецьк 26-28 травня 2010 р.) – Донецьк: ДААТ, 2010. – С.105-109.
7. Дашенко Н.М. Розвиток логістичних центрів на сучасному етапі [Електронний ресурс] / Н.М.Дашенко // – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Upsal/2009_6/09dnmeps.pdf
8. Никитинский В.Н. Актуальные проблемы создания региональных логистических центров / В.Н.Никитинский // Логистика сегодня. – 2005. – №1. – С.21-27.
9. Прокофьева Т.А. Стратегические аспекты сотрудничества России и Казахстана в развитии логистической инфраструктуры международных транспортных коридоров / Т.А. Прокофьева, У.С.Аубакиров // Логистика сегодня. – 2005. – № 1. – С. 28-42.
10. Транспортная логистика: учебник / Под общ. ред. Л.Б.Миротина. – М.: Изд-во «Экзамен», 2002. – 512 с.

Стаття надійшла до редакції 13.08.2012 р.



ТОВ "ДКС Центр"