

І. С. Афтаназів, Л. С. Струтинська, С. В. Андрусів
Національний університет “Львівська політехніка”

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЦЕНТРІВ ТА ТЕХНОПАРКІВ

© Афтаназів І. С., Струтинська Л. С., Андрусів С. В., 2017

Зпропоновано методика визначення та оптимізації місць облаштування багатофункціональних розподільчих центрів централізованої структури логістичної товаропровідної мережі. Запропоновано математичну залежність для аналізу доцільності облаштування у тому чи іншому регіоні логістичного центру або технопарку.

В Україні сьогодні переважно функціонування розподільчих логістичних центрів регламентується їхньою галузевою приналежністю. Їх місце розташування – територія облаштованих у великих населених пунктах провідних галузевих виробництв. Це суттєво знижує ефективність логістичних процесів, нарощує їх витратну складову, збільшує витрати на додаткові перевезення товарів та матеріалів.

Запропонована методика визначення та оптимізації місць облаштування багатофункціональних розподільчих центрів централізованої структури товаропровідної мережі ґрунтується на аналізі чисельності населення та користувачів логістичних послуг, обсягів товарообігів у регіоні та наявності тут транспортних мереж і магістралей.

Ключові слова: логістика, логістичний центр, розміщення, регіон, оптимізація, транспорт, математична залежність, товарообіг, населення.

OPTIMIZATION SPATIAL DISTRIBUTION LOGISTICS CENTERS AND TECHNOLOGY PARKS

© Aftanaziv I. S., Strutyńska L. S., Andrusiv S. V., 2017

In the article the method of determining and optimizing the arrangement of seats multifunctional centralized structure of distribution centers logistics distribution network. The mathematical relationship for feasibility analysis arrangement in a given region logistics center or industrial park.

At present in Ukraine is functioning distribution logistics centers governed by their branch affiliation. Their location – about area equipped by in large towns leading industry manufactures. This significantly reduces the effectiveness of logistic processes, increasing their expenditure component, increases the cost of additional transport of goods and materials.

The proposed method of determining and optimizing the arrangement of seats multifunctional distribution centers centralized structure distribution network based on analysis of population and users of logistics services, the volume of trade in the region and the presence there of transport networks and highways.

The aim of this study is to create a methodology for determining and optimizing the arrangement of seats multifunctional centralized structure of distribution centers logistics distribution network.

The main objectives of the study included the analysis of current methods for determining the spatial distribution of seats logistics distribution centers distribution network; create a mathematical model of optimization include arranging logistics distribution centers centralized and decentralized structures of distribution network; analysis of boundary conditions placement optimization mathematical model of distribution centers.

To assess the feasibility of equipping a particular region or a logistics distribution center established mathematical model in the form of functional dependence feasibility of certain variable factors. As variable factors in the proposed chosen depending on the population density of the region, the rate of trade turnover between the settlements of the region and the coefficient of transportation services in the region. Established that the population density of the region, its trade settlements, highways and the availability of infrastructure positively affect the activity of the future logistics center. Conversely increasing distance from population centers to logistic distribution centers or negative impact on their activities.

As an example application of the proposed method analyzes the choice of using it places the installation of a logistics center for the region of Western Ukraine. The area outlined three areas – Lvov, Ternopol and Ivano-Frankovsk. The recommended method created seat arrangement logistics center for the region – the city Rogation Ivano-Frankovsk region.

Thus, confirmed the efficiency of the proposed method for optimizing the selection process include arranging logistics and distribution centers, industrial parks and more.

Key words: logistics, logistics center, location, region, optimization, transport, mathematical relationship, trade, population.

У міру вдосконалення та неспинного розвитку сучасного урбанізованого суспільства і у виробничих галузях, і у сфері життєзабезпечення населення постійно зростає вагомість логістики як ефективного засобу не тільки вдосконалення виробничих та переробних процесів, а також як відчутного важеля підвищення економічної ефективності цих галузей завдяки оптимізації їхніх логістичних процесів та потоків. Поряд із традиційними матеріальними потоками, сьогодні сфера інтересів логістики розширилась на інформаційні та фінансові потоки, що супроводжують матеріальний, а порівняно недавно – і на специфічні потоки послуг. Із цього приводу автори роботи [2] зазначають: “Управління поточковими процесами, їх перетворення та інтеграція є новою формою управління, що перевершує традиційні як за рівнем творчого потенціалу, так і за ефективністю кінцевих результатів. Оптимізація поточкових процесів в економіці стала можливою лише завдяки переорієнтації з кількісних критеріїв оцінки господарської діяльності на якісні”.

Однак, незважаючи на стрімке вдосконалення логістичних процесів у різноманітних сферах виробничої діяльності економічно високорозвинених світових держав, специфічні особливості соціального розвитку України зумовлюють потребу в дискретно зваженому підході до запозичення і впровадження на наших теренах передового світового досвіду в сфері логістики. І навіть більше, здавалось би, прості питання облаштування багатофункціональних складських приміщень зазнають відчутних видозмін у підходах до логістичної оптимізації їх місць розташування, не кажучи вже про їх функціонування. Сьогодні, як і десять-п'ятнадцять років тому, в Україні функціонування виробничих складських приміщень переважно визначається їхньою галузевою приналежністю, а місце розташування – територією облаштованих у великих містах провідних галузевих виробництв. Готова продукція машинобудівних підприємств зберігається і накопичується на і так доволі захищених і перенавантажених територіях заводів, продукція підприємств легкої промисловості – в, як правило, переповнених фабричних складах, складські приміщення матеріальних потоків, що перевозяться залізничним транспортом, облаштовані лише на залізничних станціях та переїздах тощо. Все це не тільки ускладнює доставку готової продукції до споживача, а і збільшує вартість продукції через неминучі транспортні витрати, погіршує екологію довкілля та мікроклімат міст через додаткові шкідливі викиди в атмосферу великотоннажних автомобілів, що переважно перевозять готову продукцію із розміщених у містах заводських та фабричних складів до споживачів.

Постановка проблеми. Сьогодні явно відчувається потреба у вдосконаленому підході до облаштування сучасних складських приміщень, до трансформування їх у розподільчі центри. У роботі [2] автори пропонують таке визначення розподільчого центру: “Розподільчий центр – це складський комплекс, який отримує товари від підприємств-виробників або від підприємств оптової торгівлі (наприклад, які знаходяться в інших регіонах країни або за кордоном) і розподіляє їх більш дрібними партіями замовникам (підприємствам дрібнооптової та роздрібною торгівлі) через свою або їх товаропровідну мережу”. Далі зазначено, що: “Відповідно до обраної стратегії розташування товаропровідна мережа може бути організована як централізована структура (з єдиним великим розподільчим центром) і децентралізована структура (з декількома дрібними розподільчими центрами)”.

Територія України належить до когорти густонаселених регіонів. Тому тут, очевидно, доречною була б комбінована товаропровідна мережа, що органічно поєднувала б елементи централізованої та децентралізованої структур. На околицях великих густонаселених міст у місцях перетину їхніх кільцевих доріг із залізничними колями доречно розташувати дрібні розподільчі центри, притаманні децентралізованій структурі товаропровідної мережі, а у регіонах з кількома великими містами чи територіальними областями, – спеціалізовані багатофункціональні й потужні за пропускною здатністю великі розподільчі центри, притаманні централізованій структурі товаропровідної мережі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема формування мереж, через які здійснюватимуться розподіли матеріальних потоків, є вагомим, і у багатьох випадках визначальним, елементом будь-якої логістичної системи. Тому дослідженням мереж матеріальних потоків, оптимізації облаштування в них розподільчих центрів приділяли увагу в минулому і сьогодні багато провідних вчених і світового, і вітчизняного рівня [3, 4]. Підтверджує це позиція авторів роботи [2], котрі стверджують: “... Побудова мережі розподільчих центрів суттєво впливає на витрати, які виникають у процесі доведення товарів до споживачів, а через них і на кінцеву вартість реалізованого продукту”. У цій роботі цілком слушно зазначено, що “... Найкращою товаропровідною мережею з розподільчими центрами є та, що забезпечує найвищий рівень обслуговування споживачів за мінімальних загальних витрат”. Очевидно, саме цей постулат і покладено в основу концепції стратегії розміщення і облаштування розподільчих складів [1, 8], яку створив провідний логіст світового рівня Едгар Гувер, а саме:

- поблизу ринків збуту;
- поблизу виробництва;
- із проміжним розташуванням.

Автори роботи [2] слушно зауважують, що “...під час визначення найбільш вигідної кількості розподільчих складських центрів виникає оптимізаційна задача: якщо збільшити кількість розподільчих складів у товаропровідній мережі, витрати на транспорт та оформлення замовлень знижуються, витрати на утримання складських запасів зростають, а загальні витрати досягають мінімуму за деякої кількості розподільчих складів”. І далі: “Задачу розміщення розподільчих центрів можна сформулювати як пошук оптимального рішення або ж як пошук субоптимального (близького до оптимального) рішення”.

Сьогодні серед практично використовуваних методів оптимізації місць розташування розподільчих центрів передбачено чотири їх різновиди [2], а саме:

- *метод повного перебору*, що передбачає оптимізацію місця розташування повним і послідовним перебором та оцінюванням усіх можливих варіантів засобами ЕОМ;
- *евристичні методи*, що ґрунтуються на власному успішному досвіді та досвіді попередників;
- *метод пробної точки*. Дає змогу визначити оптимальне місце розташування розподільчого складу у випадку прямокутної конфігурації мережі автомобільних доріг на обслуговуваній ділянці. Суть методу полягає у послідовній перевірці кожного відрізка цієї ділянки;
- *метод визначення так званого “центра ваги”*.

Метод визначення “центра ваги” видається досконалішим порівняно із трьома іншими [2] “...використовується метод накладання мережі координат на карту потенційних місць розташування складів. Система мережі дає можливість оцінити вартість доставки від кожного постачальника до ймовірного складу і від складу до кінцевого споживача, а вибирають варіант, що визначається як центр маси. Координати центра ваги вантажних потоків ($X_{склад}$, $Y_{склад}$), тобто точки, в якій може бути розташований розподільчий склад, визначаються за формулами:

$$X_{склад} = \frac{\sum_{i=1}^n B_{ix} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n B_i}; \quad Y_{склад} = \frac{\sum_{i=1}^n B_{iy} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n B_i},$$

де B_i – вантажообіг i -го споживача; X_i , Y_i – координати i -го споживача; n – кількість споживачів”.

Певною недосконалістю методу “центра ваги”, а відповідно і обмеженням у його застосуванні є те, що він не враховує наявності інфраструктури та транспортних мереж на наближеній до майбутнього місця облаштування розподільчого центру території. Аналізуючи цей метод, автори роботи [2] зазначають: “На моделі відстань від пункту споживання матеріального потоку до розміщення розподільчого центру обчислюють за прямою. Через це модельований район повинен мати розвинену мережу доріг, оскільки інакше буде порушено основний принцип – принцип подібності моделі і модельованого об’єкта”.

Отже, науковці та логісти-практики визнають доцільність облаштування розподільчих центрів у логістичних системах [5, 7]. Однак, незважаючи на доволі глибокі дослідження у цій галузі, досконалої методики науково обґрунтованого вибору місць територіального розміщення розподільчих центрів все ще не створено.

Цілі статті: створення методики визначення та оптимізації місць облаштування багатофункціональних розподільчих центрів централізованої структури логістичної товаропровідної мережі.

Задання дослідження:

- аналіз сучасних методик визначення місць територіального розміщення логістичних розподільчих центрів товаропровідних мереж;
- створення математичної моделі оптимізації місць облаштування логістичних розподільчих центрів централізованої та децентралізованої структур товаропровідних мереж;
- аналіз крайових умов оптимізаційної математичної моделі розміщення розподільчих центрів;
- визначення основних принципів формування структури багатофункціональних розподільчих центрів;
- оцінювання економічної ефективності, соціальних та екологічних переваг оптимізації місць облаштування логістичних розподільчих центрів.

Виклад основного матеріалу. Пропонується досконаліша, на наш погляд, методика вибору місць територіального розміщення не тільки розподільчих складів, а і логістичних територіальних центрів. До складу цих логістичних центрів, окрім складів, доречно ввести технопарки із транспортним забезпеченням перевезень та службами ремонту і обслуговування транспортних засобів, а також логістичні відділи для планування та оптимізації логістичних операцій.

Згідно із запропонованою методикою вважається, що на першому початковому етапі доречно оцінити доцільність облаштування в тому чи іншому регіоні логістичного територіального центру, взявши до уваги такі складові аналізу:

- * густота населення, загальна кількість користувачів логістичних послуг та площа території, яку аналізують щодо доцільності облаштування логістичних центрів та технопарків;
- * плановані обсяги товарообігів;
- * наявність мереж і магістралей авіаційних, залізничних, автомобільних, морських та річкових перевезень;

* наявність інфраструктури і мереж ресурсо- та енергопостачання, зокрема води, пального, газу, електроенергії тощо.

Вихідні дані для аналізу та оцінювання доцільності облаштування логістичного центру та послідовність вибору територіального місця його розташування такі:

1. Визначення меж територіального розташування (розміщення) логістичних центрів та технопарків на підставі аналізу густоти населення та загальної кількості користувачів логістичних послуг.

Дані для аналізу – географічна та “демографічна” карта регіону.

2. Визначення різновиду територіальної підпорядкованості створюваного логістичного центру (крайовий, обласний, районний), належності до централізованої чи децентралізованої структури.

Дані для аналізу – перспективний план розвитку регіону.

3. Визначення основних напрямів логістичних операцій, планованих обсягів товарообігу.

Дані для аналізу – дані регіонального статистичного управління.

4. Аналіз наявності транспортних магістралей.

Дані для аналізу – карта транспортних магістралей регіону.

5. Аналіз інфраструктури та наявності магістралей ресурсо- та енергозабезпечення.

Дані для аналізу – карта ліній електропередач та газових магістралей регіону.

Рекомендована послідовність визначення місця територіального розташування логістичних центрів та технопарків така:

** визначити й окреслити межі аналізованого регіону;

** визначити перелік великих міст, обласних та районних центрів аналізованого регіону, наприклад, як можливі варіанти для Західної України: Львів–Івано-Франківськ–Тернопіль, Рівне–Луцьк–Хмельницький або Івано-Франківськ–Ужгород–Чернівці тощо;

** виокремити географічну карту аналізованого регіону із нанесеною кількістю мешканців населених пунктів;

** розрахувати середньостатистичну густоту населення аналізованого регіону – H_r (осіб/км²);

** окреслити обласні й великі міста регіону та густонаселені райони колами, радіус яких вибирають залежно від середньостатистичної густини населення аналізованого регіону – H_r (осіб/км²) та віддалі між сусідніми аналізованими населеними пунктами;

** виокремити на географічній карті аналізованого регіону зони перетину чи дотику між собою кіл, що окреслюють населені пункти. Сегменти перетину цих кіл (заштриховані ділянки) й окреслюватимуть ділянки доцільного облаштування логістичних центрів та технопарків;

** на географічну карту аналізованого регіону нанести карти:

- автомобільних доріг та магістралей;
- залізничних колій;
- цивільних та військових аеропортів;
- ліній електропередач;
- за наявності річкових та морських портів;
- магістралей нафто-, газо- та водопроводів.

** на територіальній “заштрихованій ділянці”, що окреслює зону доцільного облаштування логістичного центру чи технопарку, вздовж автомобільних доріг, залізничних колій, ліній електропередач та магістралей нафто-, газо- і водопроводів паралельно до них і по обидва боки від них на віддалі 10–15 км провести так звані “червоні лінії”;

** окреслити наявні на аналізованій території авіаційні, морські та річкові порти (за умови їх наявності!!!) колами радіусом 20–25 км;

** територію, яка розміщена в межах “заштрихованої ділянки” географічної карти, і найнаближча до “червоних ліній” обрамлення транспортних та енергетичних магістралей, можна розглядати як рекомендовану до облаштування на ній логістичного центру чи технопарку.

Необхідна передумова для цієї території – розташування поза межами густонаселених пунктів та зручний доїзд до неї транспортних засобів.

Доцільність D облаштування логістичного центру чи технопарку в конкретному аналізованому регіоні можна перевірити за допомогою математичної залежності:

$$D = H_{\Gamma} \cdot k_{\text{тов}} \cdot K_{\text{тр}}; \quad (1)$$

де H_{Γ} – середньостатистична густина населення аналізованого регіону; $k_{\text{тов}} = \frac{T_i}{B_i}$ – коефіцієнт

товарообігу між населеними пунктами регіону; T_i – товарообіг i -го населеного пункту регіону; B_i – віддаль від i -го населеного пункту регіону до місця облаштування логістичного центру чи технопарку; $K_{\text{тр}}$ – коефіцієнт транспортного забезпечення i -го населеного пункту регіону.

Аналіз можливих значень доцільності D облаштування логістичного центру чи технопарку в конкретному регіоні свідчить, що прийнятні ті значення доцільності D , які перевищують десять одиниць, тобто: $D > 10$.

Що більшим понад десяток одиниць є розрахункове значення доцільності D , то вищі шанси на успішне функціонування майбутнього логістичного центру і доречне його облаштування. І навпаки, якщо розрахункові значення доцільності D менші від чи дорівнюють десяти одиницям, облаштування логістичного центру недоцільне.

Із математичної залежності (1), яка відображає складові доцільності D облаштування логістичного центру чи технопарку в конкретному регіоні, випливає, що густина населення H_{Γ} регіону, товарообіг T_i його населених пунктів, наявність транспортних магістралей і транспортного забезпечення, що враховуються коефіцієнтом $K_{\text{тр}}$, позитивно впливатимуть на діяльність майбутнього логістичного центру, а їх збільшення пропорційно підвищує доцільність D облаштування у вибраному місці логістичного центру. А от нарощування віддаленості B_i місця облаштування логістичного центру чи технопарку від населених пунктів регіону, навпаки, стрімко знижує доцільність D облаштування тут логістичного центру.

Такий різнорівневий характер впливу складових на доцільність D дає змогу варіювати можливі варіанти вибору місць розташування логістичних центрів, оптимізувати осібні складові (множники), що дає підставу трактувати залежність (1) як певну математичну оптимізаційну модель процесу вибору місць територіального облаштування логістичних центрів чи технопарків для успішного й ефективного обслуговування населених пунктів регіону.

Розглянемо приклад застосування запропонованої методики вибору та оптимізації місця облаштування логістичного центру, розподільчого складу централізованої торговельної мережі чи технопарку в густонаселеному регіоні Західної України, обмеженому Львівською, Тернопільською та Івано-Франківською областями. Вихідні дані для розрахунків наведено у табл. 1 та відображено на рисунку.

Середньостатистична густина населення цього регіону:

$$H_{\Gamma} = \frac{H_{\Gamma(\text{Льв})} + H_{\Gamma(\text{Терп})} + H_{\Gamma(\text{Ів-Фрп})}}{3} = \frac{117 + 78,2 + 99,3}{3} \approx 98 \frac{\text{ос}}{\text{км}^2};$$

$$\text{де } H_{\Gamma(\text{Льв})} = \frac{K_{\text{м}(\text{Льв})}}{S_{(\text{Льв})}} = \frac{2,554 \times 10^6}{21833} = 117 \frac{\text{ос}}{\text{км}^2};$$

$$H_{\Gamma(\text{Терп})} = \frac{K_{\text{м}(\text{Терп})}}{S_{(\text{Терп})}} = \frac{1,081 \times 10^6}{13823} = 78,2 \frac{\text{ос}}{\text{км}^2};$$

$$H_{\Gamma(\text{Ів-Фрп})} = \frac{K_{\text{м}(\text{Ів-Фрп})}}{S_{(\text{Ів-Фрп})}} = \frac{1,383 \times 10^6}{13928} = 99,3 \frac{\text{ос}}{\text{км}^2};$$

де H_{Γ} – густина населення відповідно Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей, кількість мешканців $K_{\text{м}}$ та площа S цих областей.

Попередньо призначеним місцем розташування майбутнього логістичного центру вибрано м. Рогатин, яке більш-менш рівновіддалене від вибраних обласних центрів, а головне – з належною

інфраструктурою та наближене до транспортних магістралей. Віддалі від м. Рогатин до обласних центрів вказано у таблиці.

Вихідні дані для розрахунку доцільності D облаштування логістичного центру

№ з/п	Області регіону	Кількість мешканців, тис. ос.	Площа, тис. км ²	Середня густина населення, H_r , ос./км ²	Товарообіг T_i , тонн на добу	Віддаль від обласного центра до логістичного центра, V_i , км	Коефіцієнт товарообігу $k_i = \frac{T_i}{B_i}$
1	Львівська область	2554	21,833	117,0	150	75	2
2	Тернопільська область	1081	13,823	78,2	75	85	0,88
3	Івано-Франківська область	1383	13,928	99,3	100	60	1,7

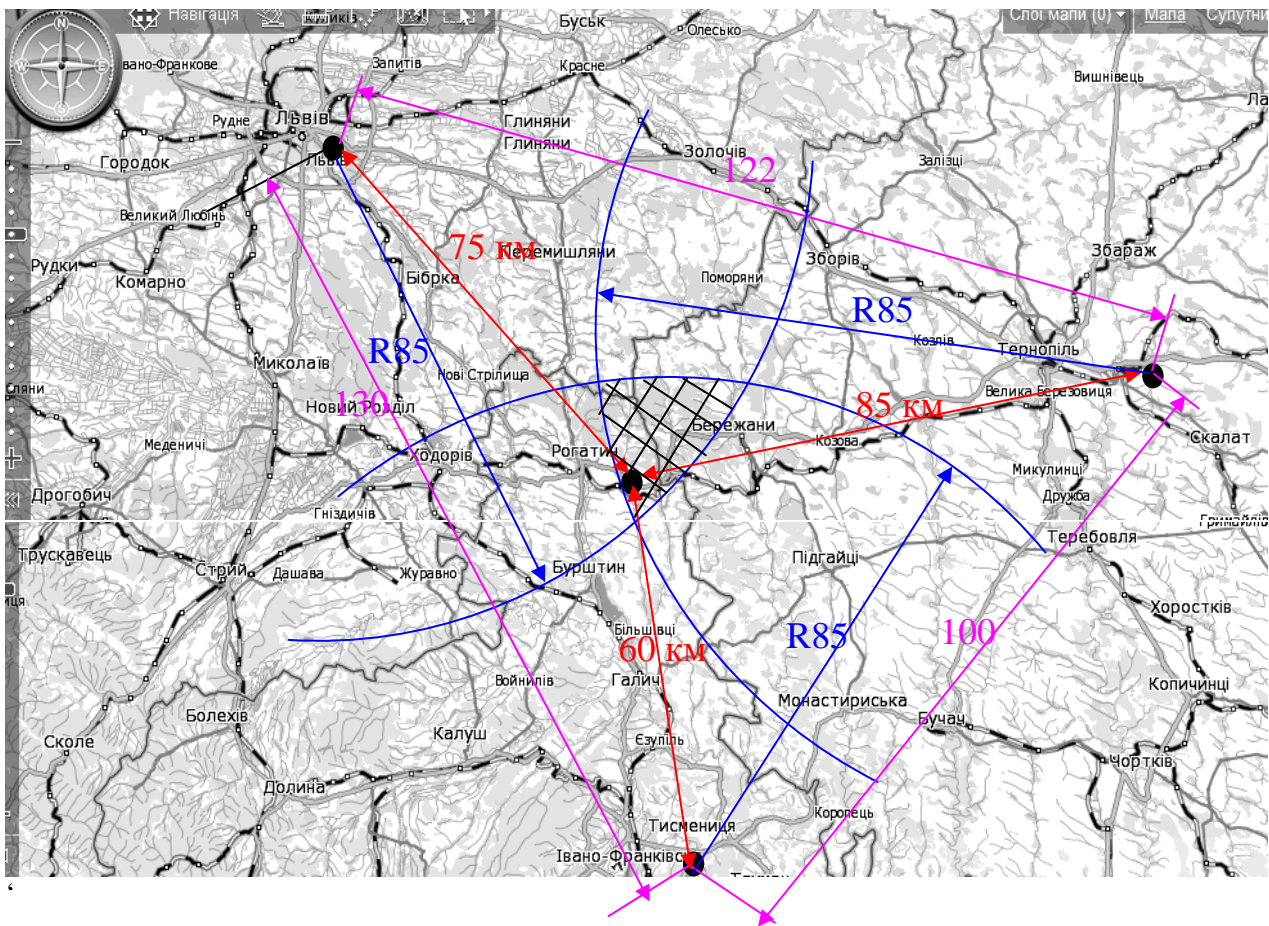


Схема визначення місця облаштування регіонального логістичного центру

Загальний опосередкований коефіцієнт товарообігу майбутнього логістичного центру визначають як середнє між коефіцієнтами товарообігу областей

$$k_{\text{тов}} = \frac{k_{\text{тов}(Льв)} + k_{\text{тов}(Тер)} + k_{\text{тов}(Ів-Фр)}}{3} = \frac{\frac{T_{Льв}}{V_{Льв}} + \frac{T_{Тер}}{V_{Тер}} + \frac{T_{Ів-Фр}}{V_{Ів-Фр}}}{3} = \frac{\frac{150}{75} + \frac{75}{85} + \frac{100}{60}}{3} = \frac{2 + 0,88 + 1,7}{3} = 1,53.$$

Коефіцієнт транспортного забезпечення м. Рогатин (як місця облаштування регіонального логістичного центру) визначають із залежності

$$K_{mp} = k_{ав} + k_{зал} + \frac{\sum_{i=1}^n}{n_{аер}} = 0,1 + 0,1 + \frac{0,042}{3} = 0,214,$$

де $k_{ав} = \frac{1}{L_{ав}} = \frac{1}{10} = 0,1$ – коефіцієнт автомобільного забезпечення перевезень, що враховує віддаленість $L_{ав} = 10$ км місця облаштування логістичного центру від найближчої автомобільної траси; $k_{зал} = \frac{1}{L_{зал}} = \frac{1}{10} = 0,1$ – коефіцієнт залізничного забезпечення перевезень, що враховує віддаленість $L_{зал} = 10$ км місця облаштування логістичного центру від найближчої залізничної колії;

$\sum_{i=1}^n k_{пов} = k_{пов(Льв.)} + k_{пов(Тер.)} + k_{пов(Ів.-Фр.)} = \frac{1}{V_{(Льв.)}} + \frac{1}{V_{(Тер.)}} + \frac{1}{V_{(Ів.-Фр.)}} = \frac{1}{75} + \frac{1}{85} + \frac{1}{60} =$
 $= 0,013 + 0,012 + 0,017 = 0,042$ – коефіцієнт забезпечення авіаційних перевезень, що враховує віддаленість авіапортів обласних центрів від м. Рогатин;

$n_{аер} = 3$ – загальна кількість авіапортів у обласних центрах регіону.

Підставляючи знайдені значення складових у залежність (1), одержимо:

$$D = H_z \cdot k_{тов} \cdot K_{mp} = 98 \cdot 1,53 \cdot 0,214 = 32,1.$$

Отже, доцільність облаштування у м. Рогатин регіонального логістичного центру для обслуговування Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей становить $D = 32,1$, що істотно переважає критичне мінімально допустиме значення $D_{min} = 10$. Це закономірно, адже повз місто Рогатин проходять залізничні та автомобільні траси державного значення, тут розвинена необхідна інфраструктура, зокрема наявна високовольтна лінія електропостачання, трубопровід газопостачання. А головне – це місто порівняно не дуже (в межах 100 км) віддалене від трьох обласних центрів.

На цьому прикладі доволі легко оцінити вагомість перемінних складових оптимізаційної моделі, відображеної залежністю (1). У цій залежності середньостатистична густина населення регіону H_z , по суті, є сталою величиною і відчутно може змінюватись хіба що в межах десятиліть. А от коефіцієнти товарообігу $k_{тов}$ та транспортного забезпечення K_{mp} можуть змінюватись істотно.

Для прикладу, в разі стрімкого зменшення товарообігу між містами регіону, наприклад, приблизно втричі, тобто якщо $T_{(Льв.)} = 50$ м, $T_{(Тер.)} = 25$ м та $T_{(Ів.-Фр.)} = 20$ м, визначена із залежності (1) за незмінних інших параметрів доцільність облаштування в м. Рогатин регіонального логістичного центру становить $D = 9,1$, що хоч і наближено, та все ж менше від критичної мінімально допустимої межі $D_{min} = 10$. Тобто за такого незначного товарообігу між містами окресленого регіону запровадження тут централізованої структури товаропровідної мережі із облаштуванням регіонального розподільчого логістичного центру недоречне. У цьому випадку доцільніше використовувати товаропровідну мережу із децентралізованою структурою та притаманними їй дрібними розподільчими складами в межах територій аналізованих обласних міст.

Аналогічним є і вплив на доцільність облаштування логістичного центру коефіцієнта $K_{тр}$ транспортного забезпечення, який враховує наявність та віддаль від логістичного центру до транспортних трас і магістралей. У разі збільшення віддаленості логістичного центру від автомобільних трас та залізничних магістралей до $L_{ав} = L_{зал} = 40$ км доцільність облаштування логістичного центру в такому місці зменшується до $D = 9,75$, тобто це стає абсолютно недоречним. Хоч зауважимо, що проблему віддаленості логістичного центру від автомобільних трас та залізничних магістралей порівняно легко вирішити, проклавши до новоутвореного логістичного центру автомобільні та залізничні під'їзні шляхи.

Отже, перебір та корегування перемінних складових у математичній залежності (1) надають можливість оптимізувати вибір місць територіального облаштування майбутніх логістичних центрів чи технопарків централізованих структур товаропровідних мереж. До речі, запропоновану методику та оптимізаційну модель, виражену математичною залежністю (1), можна успішно застосовувати і для аналізу та пошуку місць облаштування і дрібних розподільчих складів

децентралізованих структур товаропровідних мереж, що переважно використовуються у великих населених пунктах. Правда, критичні числові значення показника доцільності D , очевидно, істотно відрізнятимуться і потребуватимуть експериментального уточнення.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Дослідженнями вітчизняних та провідних науковців – логістів світового рівня доведено, що у разі інтенсивного товарообігу між декількома великими містами одного регіону найефективнішою є централізована структура товаропровідної мережі із центральним єдиним регіональним розподільчим центром.

2. Застосовувана сьогодні в Україні практика облаштування товаропровідних мереж із децентралізованою структурою та властивими їй декількома дрібними розподільчими центрами застаріла та економічно малоефективна.

3. Використовувані тепер методики визначення оптимального місця облаштування регіонального розподільчого центру недосконалі, зорієнтовані переважно на попередній досвід та інтуїцію проєктантів, не підтверджені відповідним математичним апаратом.

4. Запропонована нова методика визначення та оптимізації місць розташування логістичних центрів, до складу яких, окрім розподільчих складів, пропонується ввести технопарки із власними транспортними засобами для здешевлення перевезень, служби ремонту та обслуговування транспортних засобів, логістичні відділи тощо.

5. Оптимізаційна модель вибору місць розташування логістичних центрів подана у вигляді математичної залежності, що відображає взаємозв'язок доцільності D облаштування логістичного центру чи технопарку в конкретному регіоні зі специфікою регіону, відтвореною густотою його населення, віддаллю між містами регіону та коефіцієнтами товарообігу і транспортного забезпечення між населеними пунктами регіону.

1. Бауэрсокс Дональд Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Дональд Дж. Бауэрсокс, Дейвид Док. Клосс: пер. с англ. – М.: ЗАО “Олимп-Бизнес”, 2001. – 640 с. 2. Заборська Н. К. Основи логістики: навч. посіб. / Н. К. Заборська, Л. Е. Жуковська. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. 3. Крикавський Є. В. Логістика для економістів. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту Львівська політехніка”, 2014. – 448 с. 4. Крикавський Є. В. Економіка логістики: навч. посіб. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2014. – 640 с. 5. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок / пер. под общ. ред. В. С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2004. – 316 с. 6. Миротин Л. Б. Современный инструментарий логистического управления: [учебник] Л. Б. Миротин. – М.: Экзамен, 2005. – 496 с. 7. Моисеева Н. К. Экономические основы логистики: учебник / Н. К. Моисеева. – М.: ИНФРА, 2008. – 528 с. 8. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок / Д. Уотерс; пер. с англ. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 503 с.

1. Donald J. Bowersox. Logistics: yntehryrovannaya tsep supply / Donald J. Bowersox, David Doc. Kloss: per. with english. – М.: JSC “Olympus-Byzyes”, 2001. – 640 p. 2. Zaborski NK Fundamentals of Logistics: textbook / N. K. Zaborska, L. E. Zhukovska. – Odessa: ONAT. Popov, 2011. 3. Krykavsky E. V. Logistics for Economists. – Lviv: Izdatel'stvo National University “Lviv Polytechnic”, 2014. – 448 p. 4. Krykavsky E. V. The economy logistics: teach. manual. – Lviv: Lviv Polytechnic National University Publishing House, 2014. – 640 p. 5. Christopher M. and Logistics Management tsepochkamy supply / lane. Pod Society. Ed. VS Lukynskoho. – SPb: Peter, 2004. – 316 p. 6. Mirotin L. B. Modern ynstrumentary lohystycheskoho management [Tutorial] L. B. Mirotin. – Moscow: exam, 2005. – 496 with. 7. Moiseev N. K. Economic Fundamentals of logistics: textbook / N. K. Moiseev. – М.: IHFRA-M, 2008. – 528 with. 8. Waters D. Logistics. Management tsepyu supply / Dr. Waters; Per. with English. – М.: UNITY-DANA, 2003. 503.