

ПРОГНОЗНА ОЦІНКА СТВОРЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ЦЕНТРІВ В РЕГІОНІ

PREDICTIVE ASSESSMENT OF TRANSPORT AND LOGISTICS CENTERS CREATION IN THE REGION

У статті розглянуто можливість вирішення проблеми координації та інтеграції вантажопотоків за рахунок формування товаропровідної мережі через створення регіональних транспортно-логістичних центрів. У зв'язку з цим запропоновано економіко-математичну модель оцінювання та вибору місця розташування транспортно-логістичних центрів в регіоні на прикладі Запорізької області. В основу моделі покладено мінімізацію витрат на вантажні перевезення з використанням найкоротших маршрутів. Запропонована методика дає можливість об'єктивного оцінювання переваги місць дислокації регіональних транспортно-логістичних центрів з урахуванням важливості визначених в моделі критеріїв. Також розглянуто можливість прогнозного оцінювання інвестиційного проекту будівництва транспортно-логістичного центру у визначеному місті дислокації. Інвестиційний проект оцінено на підставі двох критеріїв оптимальності, а саме аналога коефіцієнта Джині для визначення ступеня нерівномірності витрачання грошових коштів та наведеної вартості витрат до початкового періоду.

Ключові слова: регіон, транспортно-логістичний центр, транспорт, оптимізація, маршрут, вантажні перевезення, інвестиційний проект, критерій.

В статье рассмотрена возможность решения проблемы координации и интеграции грузопотоков за счет формирования товаропроводящей сети через создание региональных транспортно-логистических центров. В связи с этим предложена экономико-математическая модель оценивания и выбора места расположения транспортно-логистических центров в регионе на примере Запорожской области. В основу модели положена минимизация затрат на грузовые перевозки с использованием наиболее коротких маршрутов. Предложенная методика дает возможность объективного оценивания преимуществ мест дислокации региональных транспортно-логистических центров с учетом важности определенных в модели критериев. Также рассмотрена возможность прогнозного оценивания инвестиционного проекта строительства транспортно-логистического центра в определенном месте дислокации. Инвестиционный проект оценен на основе двух критериев оптимальности, а именно аналога коэффициента Джини для определения степени неравномерности расходования денежных средств и приведенной стоимости затрат к начальному периоду.

Ключевые слова: регион, транспортно-логистический центр, транспорт, оптимизация, маршрут, грузовые перевозки, инвестиционный проект, критерий.

УДК 332.122:338.47

Лифар В.В.

д.е.н., професор, завідувач кафедри маркетингу та логістики Національний університет «Запорізька політехніка»

Lyfar Vladyslava

National University "Zaporizhzhia Polytechnika"

The article considers the possibility of solving the problem of freight flows coordination and integration through the formation of a distribution network by the creation of regional transport and logistics centers. In this regard, the economic-mathematical model of estimation and selection of transport and logistics centers location in the region on the example of Zaporizhzhia region is proposed. The model is based on minimizing of freight transportation costs using the shortest routes. In the process of research, the participation of each district of the Zaporizhzhia region in freight traffic was estimated. As a result the economic-mathematical model of the regional transport and logistics center location is represented by the target function of freight traffic volumes, which seeks for a maximum. Analysis of the simulation results showed that the maximum number of regional transport and logistics centers for the Zaporizhzhia region is equal to three. The obtained values of the target function and utility vector proved that the optimal scenario was the placement of transport and logistics centers in the cities of Zaporozhzhia, Melitopol, Berdyansk, corresponding to the maximum parameters of the model: the target function and the utility vector of assignments. The model is based on minimizing freight costs using the shortest routes. The proposed method provides an opportunity for an objective assessment of the advantages of regional transport and logistics centers locations taking into account the importance of the criteria defined in the model. The possibility of predictive evaluation of the investment project for the transport and logistics center construction in a certain dislocation place is also considered. The investment project is estimated on the basis of two optimality criteria – an analogue of the Gini coefficient to determine the financial unevenness of money expenditure and the discounted costs reduced to the initial period. Both criteria should be kept to a minimum. To visualize the uneven investment of a regional transport and logistics center creation project, the Lorentz curve was constructed. As a result, accounting the input data given, the project is assessed as perspective with the possibility to take into account the interests of all participants in the project.

Key words: region, transport and logistics center, transport, optimization, route, freight transportation, investment project, criterion.

Постановка проблеми. Сучасні тенденції розвитку економіки характеризуються постійним зростанням обсягів виробництва, розширенням господарських зв'язків, розвитком коопераційних та інтеграційних процесів на мікро- та макрорівнях. Це обумовлює суттєве збільшення обсягів товарно-матеріальних потоків та висуває нові вимоги до їхнього інфраструктурного забезпечення. Це стосується, з одного боку, експортно-імпорتنних та транзитних потоків, що проходять територією регіону, а з іншого боку, внутрішніх потоків, які формуються на виробничих підприємствах регіону. Мається на увазі готова продукція

промислових підприємств, яка зберігається й накопичується на заводських та фабричних складах, що часто ускладнює доставку продукції до споживача, збільшує транспортні, логістичні витрати та погіршує рівень транспортного обслуговування. Проблема координації та інтеграції вантажопотоків вирішується за рахунок формування товаропровідної мережі через створення регіональних транспортно-логістичних центрів (ТЛЦ). Такий підхід є актуальним для України, оскільки подібна мережа в подальшому може бути підключена до логістичних центрів вищого рівня, а саме міжрегіонального або міжнародного.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблемам створення та розташування ТЛЦ присвячені роботи таких науковців, як І. Афтаназів [1], М. Ковбатюк [2], І. Комарницький [3], Р. Ларіна [4], М. Устенко [7]. Однак на практичному рівні ці питання досі залишаються невирішеними. Потребує більш чіткого визначення та узагальнення методика прогнозування оцінки створення транспортно-логістичних центрів в регіоні для чіткого визначення можливого місця розташування, вартісної оцінки проекту створення регіонального ТЛЦ з урахуванням інтересів учасників реалізації цього проекту.

Постановка завдання. Мета статті полягає у запропонованні методики прогнозування оцінки місця розташування транспортно-логістичних центрів в регіоні та методики вартісної оцінки їх створення як інвестиційних проектів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вирішення завдання розміщення регіональних ТЛЦ може бути отримано шляхом математичного моделювання, яке дає змогу визначити найбільш раціональне місце розташування ТЛЦ. Аналіз вихідних даних такого завдання показує, що для побудови адекватної моделі слід використати досить велику кількість різних економічних та неекономічних показників, що робить модель важкодоступною 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, такі як наявність інтеграції видів транспорту, стан транспортної інфраструктури, якість автомобільних доріг, стан залізничної колії, розвиток промисловості, розвиток торгівлі, розмір населеного пункту, наявність кваліфікованих кадрів.

Порівняльне оцінювання значимості факторів проводилось методом групового експертного оцінювання прогнозного рішення, що є низкою послідовно здійснюваних процедур, спрямованих на підготовку та обґрунтування прогнозу. В результаті проведеного опитування експертів (керівників транспортних служб і підприємств різного рівня) визначено ступінь впливу кожного фактору початкової сукупності на розміщення регіонального ТЛЦ за 5-бальною шкалою. Оброблення результатів опитування експертів здійснювалося з використанням комп'ютерної програми STATISTICA.

Отримані результати покладені в основу вирішення завдань мінімізації витрат на експортно-імпортні й транзитні вантажні перевезення з використанням найкоротших маршрутів. Згідно з використанням методом чим більшому числу таких маршрутів належить вершина, що зображує район, тим щодо загального завдання 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 за такою алгоритмічною схемою:

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

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

де в правій частині розташовано потужність множини оптимальних (найкоротших) маршрутів, що містять вершину v (позначення $v \succ M$ відображає факт входження вершини v у маршрут M).

Завдання вирішувалось 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 цей період, а також здійснено прогноз значень змінної відгуку на 2019–2020 роки. Для спрощення обчислювань точкою відліку було прийнято 2018 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_Σ по області на 2019 рік, пропорційна значимості z_i його участі в процесі перевезень:

$$y_i = \frac{z_i}{\sum_j z_j} Y_\Sigma. \quad (2)$$

Значимість z_i обчислювалась як середньозважена відносних значень таких показників районів області зі списку, як 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 вагу можна знайти за допомогою методу експертних оцінок. Однак з огляду на той факт, що під час розгляду коре-

ляційної залежності обсягу перевезень за сумарними значеннями перелічених показників районів області вибірковий коефіцієнт множинної кореляції дорівнює $R=0,58$, було вирішено використати рівняння регресії, яке відображає вказаний кореляційний взаємозв'язок (3). Розрахунки проводилися з використанням статистичного пакета STATISTICA й математичного пакета 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 відносно всіх отриманих оцінок значення. Кінцеві результати розрахунків наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка значимості відносних показників переваги районів Запорізької області

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

Використовуючи знайдену вагу та відносні значення показників, за формулою (3) обчислили значення z_j , що дало можливість за формулою (2) оцінити участь кожного району у вантажних перевезеннях.

Для розв'язання основного завдання розміщення регіонального ТЛЦ використовувалась методологія динамічного програмування, зокрема різновид методу гілок і меж, який дає змогу знайти квазіоптимальне рішення. Як основний критерій, що оцінює перевагу кожного району Запорізької області, використовувалась арифметична згортка:

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

де порівняно з уже перерахованими додані критерії, які відображають топологію найкоротших маршрутів та обсяги перевезень, а відповідні вагомості C були знайдені раніше методом експертних оцінок під час визначення сукупності значимих критеріїв. Всі критерії в правій частині формули (4) відносні й були визначені шляхом ділення натуральних значень факторів на максимальні значення.

Слід відзначити, що під час розгляду фактору, пов'язаного з найкоротшими маршрутами, необ-

хідно враховувати ту обставину, що сукупність маршрутів, які містять хоча б одну з двох вибраних вершин з 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 іншу, а третя множина перелічує маршрути, які містять обидві вершини. Під час 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 таким чином: визначення такого вектору X , який дає 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 ($X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)$); X^T – транспонований (зворотній) вектор; C_{route} – вагомість маршруту; F_A – матриця корисності призначень;

$$\text{за обмежень } X^T X \leq N, \quad (6)$$

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 створюваних центрів, а обмеження (7) відображає булевий характер змінних (змінні приймають значення 0 або 1). Елементи вектору корисності призначень $F_A = (F_{Aj})$ обчислюються для всіх вершин по формулі (4). Елементи матриці надмірності $\Omega = (\Omega_{kl})$ розраховуються шляхом ділення потужності множини Ω_{kl} на максимальне (по всіх парах вершин) значення.

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

Сутність використовуваного методу полягає в тому, що на кожному етапі вибирається найбільш перспективне продовження процесу з урахуванням надмірності. Всі розгалуження запам'ятовуються у списку S , кожний елемент якого є трійкою значень (X, f, F_A) , де X – вектор призначень, f – оцінка корисності призначення, а F_A – матриця остаточної корисності з видаленням надмірності за вектором призначень. Як початкові варіанти призначення вибираються дві вершини з максимальними значеннями корисності F_{Aj} . Про-

цес зупиняється, коли число компонент вектору призначень дорівнює N .

Розроблена методика дає можливість об'єктивного оцінювання 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 табл. 2 отримані значення цільової функції та вектору корисності доводять, що оптимальним сценарієм є розміщення транспортно-логістичних центрів у Запоріжжі (вершина $A(0,0)$), Мелітополі (вершина $A(7,0)$), Бердянську (вершина $A(13,0)$). Цим вершинам відповідають максимальні параметри моделі:

– цільової функції (Запоріжжя ($Z=114,98$), Мелітополь ($Z=112,44$), Бердянськ ($Z=110,01$));

– вектору корисності призначень (Запоріжжя ($F=12,23$), Мелітополь ($F=11,06$), Бердянськ ($F=10,97$)).

Таблиця 2

Оцінка розміщення ТЛЦ у 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 дають змогу зробити проміжний висновок, що створення ТЛЦ в цих містах за цільової функцією (5) приведе до максимізації обсягів вантажних перевезень.

Однак будівництво ТЛЦ, наприклад у Запоріжжі, є інвестиційним проектом, який потребує суттєвих капіталовкладень. Звісно, у потенційних інвесторів виникають питання стосовно прибутковості та окупності такого проекту. Проблема вибору оптимального інвестиційного проекту ґрунтується на двох критеріях, а саме мінімумі дисконтованих витрат і мінімумі нерівномірного освоєння інвестицій у часі.

Припустимо, що існує сіткова модель проекту створення ТЛЦ щодо його будівничого циклу, тобто орієнтовний граф без контурів $S=(X,\Omega)$, де X – множина вершин (подій); Ω – множина дуг (робіт) мережі S . Задані рання можлива дата початку будівництва об'єкта T_n і термін завершення будівництва об'єкта T_3 . Для кожної роботи $(i,j) \in \Omega$ визначені кошторисна собівартість c_{ij} і

довготривалість t_{ij} (в прийнятих одиницях часу). Потрібно скласти календарний план будівництва об'єкта $x=(T_{ij} | (i,j) \in \Omega)$, де T_{ij} – термін початку роботи (i,j) . Календарний план повинен задовольняти таким умовам:

$$T_n \leq T_{ij} \leq T_3, (i,j) \in \Omega; \quad (8)$$

$$T_{ij} + t_{ij} \leq T_{ik}, (i,j) \in \Omega, (i,k) \in \Omega; \quad (9)$$

$$T_{ij} \text{ цілі, } (i,j) \in \Omega. \quad (10)$$

Нехай $t \in \{T_n + 1, \dots, T_3\}$, а $x=(T_{ij} | (i,j) \in \Omega)$ – довільний календарний план, що задовольняє умовам (8)–(10). Множина робіт, що виконуються в одиничний період $[t-1; t]$ при плані x , є такою:

$$\begin{aligned} \Omega_t(x) &= \{(i,j) \in \Omega | t \leq T_{ij} + t_{ij}, T_{ij} < t\} = \\ &= \{(i,j) \in \Omega | t - t_{ij} \leq T_{ij} \leq t - 1\}. \end{aligned} \quad (11)$$

Припустимо, що фінансові ресурси інвестора на кожній роботі $(i,j) \in \Omega$ витрачаються рівномірно протягом її виконання. Тоді інтенсивність використання коштів на роботі (i,j) не залежить від календарного плану й дорівнює C_{ij}/t_{ij} . Потреба в обігових коштах на будівництво ТЛЦ в проміжок часу $[t-1; t]$ при календарному плані x описується таким чином:

$$CF_t^{(x)} = \sum_{(i,j) \in \Omega_t(x)} \frac{C_{ij}}{t_{ij}}. \quad (12)$$

При цьому $T_n^{(x)} = \min\{T_{ij} | (i,j) \in \Omega\}$ – початок будівництва, $T_3^{(x)} = \max\{T_{ij} + t_{ij} | (i,j) \in \Omega\}$ – кінець будівництва при плані x .

Фінансову нерівномірність витрачання грошових коштів доцільно виміряти за допомогою аналога коефіцієнта Джині, тобто показника, який використовується для оцінювання ступеня відхилення фактичного розподілу доходів між різними одержувачами в діапазоні від абсолютної рівності (коефіцієнт дорівнює 0) до абсолютної нерівності (коефіцієнт дорівнює 1). Ототожнивши одержувачів доходів з часовими інтервалами реалізації проекту, а їх доходи – з розміром інвестицій в певний календарний проміжок, можемо оцінити ступінь відхилення варіантів розподілу грошового потоку від рівномірного. В цьому разі фінансова нерівномірність процесу будівництва визначатиметься таким чином:

$$G(x) = 1 - \sum_{t=T_n^{(x)+1}^{T_3} (\delta Z_{t-1}(x) + \delta Z_t(x)) (\delta W_t(x)) \rightarrow \min, \quad (13)$$

де $\delta W_t(x)$ – частка витрат, яка належить до інтервалу t для плану (x) ; $\delta Z_{t-1}(x) + \delta Z_t(x)$ – частка сумарних витрат, яка припадає на початок і кінець інтервалу t для плану (x) .

Другим критерієм буде наведена вартість витрат до начального періоду:

$$\sigma(x) = \sum_{t=T_n^{(x)+1}^{T_3} \frac{CF_x^{(t)}}{(1+r)^t}, \quad (14)$$

де $CF_x(t)$ – поточний грошовий потік інтервалу t ; r – ставка дисконту.

Критерій оптимальності має такий вигляд:

$$\begin{cases} G(x) \rightarrow \min \\ \sigma(x) \rightarrow \min \end{cases} \quad (15)$$

Безпосередньо для проведення розрахунків потрібні дані щодо грошових притоків-відтоків за об'єктом будівництва ТЛЦ, які за допомогою пакета аналізу даних програми Microsoft Project експортуються в пакет Excel для розрахунку показників $G(x)$ та $\sigma(x)$ для кожного інвестиційного плану x . Отримані значення показників дадуть змогу інвесторам порівнювати різні інвестиційні альтернативи за критерієм нерівномірності витрачання коштів.

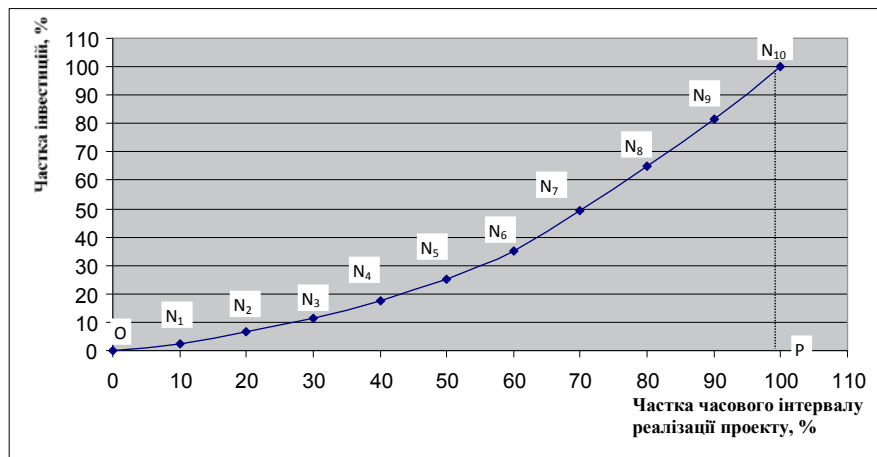
Як приклад розрахуємо можливий коефіцієнт Джині, який відобразить ступінь нерівномірності процесу інвестування будівництва транспортно-логістичного центру. Початкові капіталовкладення складатимуть 80 млн. грн., загальний обсяг поточних інвестицій – 100 млн. грн. Термін реалізації проекту становить 5 років, який умовно приймаємо за 100%. Інвестиції здійснюються кожні півроку, що відповідає 10% загального терміну реалізації проекту. Вихідні дані для розрахунку коефіцієнта Джині представлені в табл. 3.

Для визначення ступеня відхилення грошового потоку від рівномірного побудуємо криву Лоренца, використовуючи дані табл. 4 (рис. 1).

Рівень нерівномірності визначатиме коефіцієнт Джині, який з урахуванням параметрів кривої Лоренца дорівнює:

$$G = \frac{S_{ON_{10}P} - S_{ON_1, N_{10}P}}{S_{ON_{10}P}}, \quad (16)$$

Рис. 1. Крива Лоренца нерівномірного інвестування проекту створення регіонального транспортно-логістичного центру



Таблиця 3

Вихідні дані для розрахунку коефіцієнта Джині

Півріччя інвестування	Частка часового інтервалу реалізації проекту кумулятивним підсумком, %	Розмір інвестицій, млн. грн.	Частка інвестицій в порядку зростання, %
1-е	10	16,7	2,3
2-е	20	18,5	4,5
3-е	30	15,5	4,7
4-е	40	7,5	6,0
5-е	50	10,2	7,5
6-е	60	4,7	10,2
7-е	70	6	14,1
8-е	80	2,3	15,5
9-е	90	14,1	16,7
10-е	100	4,5	18,5

Розрахункові дані для побудови кривої Лоренца

Таблиця 4

Частка часового інтервалу P_i , %	Частка інвестицій N_i , %	Точки кривої $N_{cum} = N_i + N_{cum-1}$	Площа трикутника S_i	Площа прямокутника S_i	Сумарна площа $S_N = S_i + S_i$
10	2,3	2,3	11,5	0	11,5
20	4,5	6,8	22,5	23	45,5
30	4,7	11,5	23,5	68	91,5
40	6	17,5	30	115	145
50	7,5	25	37,5	175	212,5
60	10,2	35,2	51	250	301
70	14,1	49,3	70,5	352	422,5
80	15,5	64,8	77,5	493	570,5
90	16,7	81,5	83,5	648	731,5
100	18,5	100	92,5	815	907,5
				Всього	3 439

де $S_{ON_{10}P}$ – площа трикутника; $S_{ON_1...N_{10}P}$ – площа фігури, що розташована нижче фактичної кривої Лоренца.

Площу $S_{ON_1...N_{10}P}$ знаходимо поступово, підсумовуючи площі фігур, розташованих нижче кривої Лоренца між двома точками кривої (наприклад, між N_1 і N_2 , між N_3 і N_4). Площа кожної фігури складається з площі трикутника S_i і площі прямокутника S_j (формула 17):

$$S_N = S_i + S_j = \frac{1}{2} \cdot P_i \cdot N_i + N_{cum_{i-1}} \cdot P_i, \quad (17)$$

де P_i – частка часового інтервалу, %; $N_i, N_{cum_{i-1}}$ – точки кривої Лоренца, що відповідають часткам інвестицій.

У підсумку підсумовуємо площі всіх фігур, що розташовані нижче кривої Лоренца, й знаходимо $S_{ON_1...N_{10}P} = 3439$. Площа трикутника $ON_{10}P$ дорівнює:

$$S_{ON_{10}P} = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 100 = 5000.$$

Тепер розраховуємо коефіцієнт Джині за формулою (16):

$$G = \frac{5000 - 3439}{5000} = 0,31.$$

Отриманий результат свідчить про невисокий ступінь нерівномірності інвестицій у проект створення регіонального ТЛЦ, що задовольняє всіх учасників проекту.

Використовуючи вихідні дані щодо проекту, розраховуємо другий критерій оптимальності, а саме критерій наведених витрат (поточних інвестицій), а також показник чистої дисконтованої вартості NPV для оцінювання інвестиційного проекту. Для проведення розрахунків ставку дисконту приймаємо у 35% з урахуванням відсотка інфляції 9,8% у 2018 році [8], безризикової ставки Нацбанку України 18% [9] та відсотку за ризик 7%. Розрахунок NPV проводиться за формулою:

$$NPV = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}, \quad (18)$$

де NPV – чиста дисконтована вартість; I_0 – початкові інвестиції; CF_i – грошовий дисконтований потік за i -й рік; r – ставка дисконту; n – кількість років.

В табл. 5 представлені вихідні та розрахункові дані для оцінювання інвестиційного проекту створення ТЛЦ.

Розраховуємо показник наведеної вартості витрат за формулою (14):

$$\sigma = 35,2 \cdot 0,74 + 23 \cdot 0,55 + 14,9 \cdot 0,41 + 8,3 \cdot 0,3 + 18,6 \cdot 0,22 = 51,4 \text{ млн. грн. min.}$$

Тобто під час реалізації проекту показник наведеної вартості витрат необхідно намагатися мінімізувати.

За формулою (18) розраховуємо показник NPV :

$$NPV = -80 - 3,85 + 14,85 + 22,59 + 23,01 + 24,51 = 1,11 \text{ млн. грн.}$$

Отриманий результат свідчить про те, що за 5 років інвестиційний проект зі створення ТЛЦ окупить себе й почне приносити прибуток інвесторам проекту.

Отже, створення ТЛЦ в регіоні задовольнить інтереси всіх учасників механізму реалізації регіонального ТЛЦ, запропонованого автором раніше [5]. Зокрема, це представники фінансового сектору, підприємства транспортно-складського комплексу та логістичні посередники, які зможуть виступити як інвестори й вкласти гроші у вигідний комерційний проект. Органи місцевої влади та територіальна громада зможуть задовольнити свої інтереси через створення нових робочих місць та поповнення бюджету, а задоволення інтересів споживачів транспортних послуг (вантажовідправників) полягатиме у скороченні транспортних та логістичних витрат.

Висновки з проведеного дослідження.

Таким чином, запропонована методика прогнозування раціонального місця розташування транспортно-логістичних центрів в регіоні дала змогу визначити три міста в Запорізькій області (Запоріжжя, Мелітополь, Бердянськ) як можливі місця будівництва таких центрів з огляду на критерій мінімізації витрат на вантажні перевезення, найкоротші маршрути та максимізацію обсягів вантажних перевезень. Також запропоновано методику прогнозного оцінювання будівництва транспортно-логістичного центру

Таблиця 5

Дані для оцінювання інвестиційного проекту створення ТЛЦ

Рік	Поточні інвестиції, млн. грн.	Надходження коштів, млн. грн.	Чистий грошовий потік, млн. грн.	Фактор дисконтування	Еквівалент дисконтованої вартості, млн. грн.
0	80,0	–	-80	1,0	-80
1	35,2	30	-5,2	0,74	-3,85
2	23,0	50	27	0,55	14,85
3	14,9	70	55,1	0,41	22,59
4	8,3	85	76,7	0,3	23,01
5	18,6	130	111,4	0,22	24,51

як інвестиційного проекту із застосуванням двох критеріїв, а саме мінімуму дисконтованих витрат і мінімуму нерівномірного освоєння інвестицій у часі. В результаті за заданих вхідних даних проект оцінено як перспективний з можливістю врахування інтересів усіх учасників реалізації проекту.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Афтаназів І., Струтинська Л., Андрусів С. Оптимізація територіального розміщення логістичних центрів та технопарків. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія «Логістика»*. 2017. № 863. С. 3–11.
2. Ковбатиук М. Алгоритм створення транспортно-логістичних центрів на базі морських торговельних портів. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2013. № 42. С. 303–308.
3. Комарницький І., Питуляк Н., Когут І. Механізми формування логістичних центрів. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2007. № 582. С. 190–196. URL: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/35026/1/34_190-196.pdf (дата звернення: 06.05.2019).
4. Ларіна Р. Теоретико-методологічні основи формування регіональних логістичних систем : автореф. дис. ... докт. екон. наук : спец. 08.00.05. Харків, 2006. 34 с.
5. Лифар В. Механізм взаємодії учасників регіонального транспортно-логістичного центру та їх інтереси. *Ефективна економіка*. 2012. № 9. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=1517> (дата звернення: 06.05.2019).
6. Скорик О. Особливості функціонування регіональних логістичних центрів і компаній України. *Регіональна економіка*. 2014. № 2. С. 200–205.
7. Устенко М. Теоретичне обґрунтування створення транспортно-логістичного центру регіону. *Ефективна економіка*. 2012. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1536> (дата звернення: 06.05.2019).
8. Індекс інфляції (2009–2019) / Міністерство фінансів України. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/inflation> (дата звернення: 06.05.2019).
9. Облікова ставка Національного банку України. *Офіційне інтернет-представництво НБУ*. URL: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=53647 (дата звернення: 03.05.2019).

REFERENCES:

1. Aftanaziv I., Strutynska L., Andrusiv S. (2017) Optymizatsiia terytorialnogo rozmishchennia logistychnykh tsenriv ta tekhnoparkiv [Optimization of the territorial placement of logistics centers and technology parks]. *Visnyk Natsionalnogo universytetu "Lvivska poitekhnika"*. "Logistyka", no. 863, pp. 3–11 (in Ukrainian).
2. Kovbatiuk M. (2013) Alorytm stvorennia transportno-logistychnykh tsenriv na bazi morskykh torgivelynykh portiv [Algorithm for the transport and logistics centers creation on the basis of sea trading ports]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, no. 42, pp. 303–308.
3. Komarnytskyi I., Pytuliak N., Kogut I. (2007) Mekhanizmy formuvannia logistychnykh tsenriv [Mechanisms for the formation of logistics centers]. *Visnyk Natsionalnogo universytetu "Lvivska poitekhnika"*, no. 582, pp. 190–196. Available at: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/35026/1/34_190-196.pdf. (accessed: 6 May 2019).
4. Larina R. (2006) Teoretyko-metodologichni osnovy formuvannia regionalnykh logistychnykh system [Theoretical and methodological foundations of the formation of regional logistic systems]. *Avtoreferat disertatsii na zdobuttia nauk.stupenia doktora ekonom. nauk*, Kharkiv.
5. Lyfar V. (2012) Mekhanizm vzaiemodii uchasnkyk regionalnogo transportno-logistychnogo tsentru ta yikh interesy [Mechanism of participants interaction of the regional transport-logistic center and their interests]. *Efektivna ekonomika*. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=1517> (accessed: 6 May 2019).
6. Skoryk O. (2014) Osoblyvosti funktsionuvannia regionalnykh logistychnykh tsenriv i kompaniy Ukrainy [Features of functioning of regional logistic centers and companies of Ukraine]. *Regionalna ekonomika*, no. 2, pp. 200–205.
7. Ustenko M. (2012) Teoretychne obgruntuvannia stvorennia transportno-logistychnogo tsentru regionu [Theoretical substantiation of the transport and logistics center creation in the region]. *Efektivna ekonomika*. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1536> (accessed: 6 May 2019).
8. Ministerstvo finansiv Ukrainy. *Indeks inflatsii (2009–2019)* [Inflation index (2009–2019)]. Available at: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/inflation> (accessed: 6 May 2019).
9. Ofitsiine internet-predstavnytstvo NBU. *Oblikova stavka Natsionalnogo banku Ukrainy* [Discount rate of Ukrainian National Bank]. Available at: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=53647 (accessed: 3 May 2019).