



УДК 65.012.12

DIGITALIZATION ASSESSMENT EFFICIENCY OF THE LOGISTICS CONCEPT ENSURING THE ENVIRONMENTAL SAFETY COMPONENTS OF THE TRANSPORT SYSTEM

ДИДЖІТАЛІЗАЦІЙНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНОЇ КОНЦЕПЦІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СКЛАДОВИХ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Liamziin A.A. / Лямзін А.О.*d.t.s., assoc.prof. / д.т.н., доц.**Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Universytets'ka, 7, 87555**Приазовський державний технічний університет, Маріуполь, Університетська, 7, 87555***Nosovskaya A. B. / Носовська О.Б.***k.t.s., assoc.prof. / к.т.н., доц.**Azov Maritime Institute of the National University "Odessa Maritime Academy", Mariupol,
Stroiteley, 13, 87517**Азовський морський інститут Національний університет "Одеська морська академія",
Маріуполь, пр. Будівельників, 13, 87517***Kovalenko M. S./Коваленко М.С.***graduate student / аспірант***Malenkova O.V./Малєнкова А.В.***magistr/magistr**Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Universytets'ka, 7, 87555**Приазовський державний технічний університет, Маріуполь, Університетська, 7, 87555*

Анотація. В роботі проведено аналіз та надана діджиталізаційна оцінка ефективності розробленої логістичної концепції забезпечення безпеки складових транспортної системи за допомогою коефіцієнта конкордації Кендалла.

Ключові слова: транспортна система, зелена логістика, кореляційна матриця, діджиталізаційна оцінка.

Вступ.

Теоретична парадигма забезпечення екологічної безпеки транспортної системи в умовах середовища вулично-дорожньої мережі (СВДМ) ґрунтується на концепції «зеленої логістики» (Green Lean Logistic) і базується на управлінні ступенем впливу транспортного потоку на довкілля зовнішнього середовища [1,2]. Структурні і функціональні властивості транспортної системи взагалі тісно пов'язані між собою і екосистемою. Тому в основі екологічної парадигми логістики лежить концепція системності.

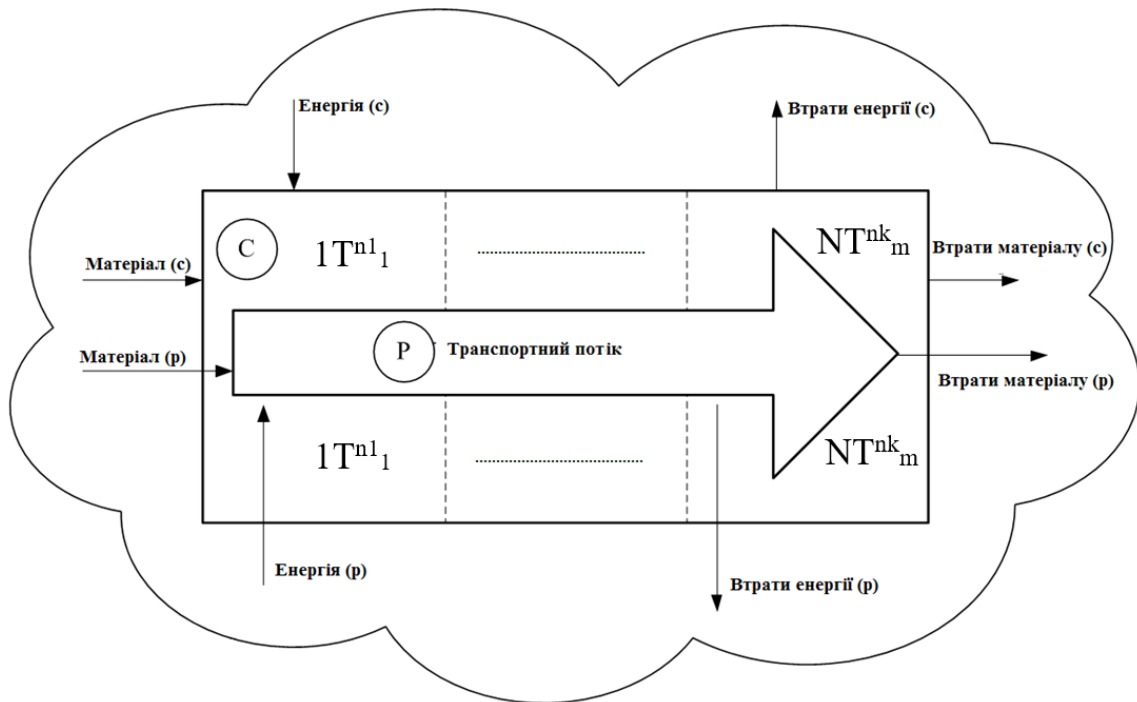
Такий узагальнюючий підхід враховує особливості транспортної системи, де перебуває в постійній взаємодії ресурсна (енергетична) складова та складова матеріального потоку (сировина, напівфабрикати, готова продукція тощо). Взаємодія складових СВДМ представлена на рис. 1 [3,4].

Серед причин розробки механізмів забезпечення екологічної безпеки, які впроваджують у СВДМ, можна виділити такі: необхідність дотримання вимог екологічного законодавства, нормативно-правових актів і розпоряджень; придбання інноваційних механізмів; підвищення ефективності потокових процесів тощо.

Особливості логістичного циклу СВДМ в умовах необхідності



забезпечення екологічної безпеки транспортної системи представлено на рис. 1. Цей цикл визначає екологічний функціонал транспортної системи.



С – система 3Т, Р – транспортний потік, $1T^{n1}_1, \dots, NT^{nk}_m$ – складові системи 3Т.

Рис.1 Взаємодія складових транспортної системи в СВДМ

Отже, науковим базисом екологічного функціоналу вулично-дорожнього середовища промислових зон є "Green logistics" [5]. Зелена логістика стосується всього циклу обслуговування матеріального потоку, включаючи можливості повторної переробки, необхідність відновлення старих ланок логістичного ланцюга різними способами, вибір найбільш екологічних транспортних схем і засобів.

Основний текст

Для оцінки ефективності логістичної концепції забезпечення необхідно угруповання показників, що визначають екологічну безпеку складових транспортної системи і визначають розвиток їх ранжування (дані наведено в таблиці 1).

Базовим етапом роботи з експертами, які визначають ефективність логістичної концепції забезпечення екологічної безпеки транспортної системи, є характеристика консистентності їх оцінок.

Ця консистентність визначається за допомогою коефіцієнта конкордації Кендалла (W) [6, 7]:

$$W = S / (1/12 n^2 (m^3 - m) - n \Sigma T), \tag{1}$$

$$S = \sum_{g=1}^m \left(\sum_{i=1}^n C_{gj} - \frac{\sum_{g=1}^m \sum_{i=1}^n C_{gj}}{m} \right)^2, \tag{2}$$



Таблиця 1

Фактори, що визначають ступінь безпеки транспортної системи

Найменування груп розподілу складових системи ЗТ	Умовне позначення показника	Найменування показника	Ранг показника
Економічна група	r_1	Обсяг продукції, що випускають підприємства в умовах СВДМ	3
	r_2	Асиміляційний потенціал складових системи в умовах СВДМ	16
	r_3	Протяжність вулиць в умовах СВДМ	4
	r_4	Питома вага муніципального транспорту	5
	r_5	Питома вага промислового транспорту	17
	r_6	Питома вага приватного транспорту	6
	r_7	Питома вага спеціалізованого транспорту	15
	r_8	Обсяг інвестицій в основний капітал муніципальних транспортних підприємств	1
	r_9	Обсяг інвестицій в основний капітал промислових транспортних підприємств	11
	r_{10}	Оборот (виручка) комерційних підприємств від реалізації транспортних (робіт і послуг)	12
	r_{11}	Оборот (виручка) муніципальних підприємств від реалізації транспортних (робіт і послуг)	2
	r_{12}	Обсяг кредитів, наданих муніципальним підприємствам, організаціям в умовах СВДМ	13
	r_{13}	Обсяг кредитів, наданих промисловим підприємствам, організаціям в умовах СВДМ	14
	r_{14}	Питома вага прибуткових організацій, що забезпечують життєдіяльність СВДМ	22
	r_{15}	Сума укладених договорів лізингу для транспортних підприємств	9
	r_{16}	Сума екологічних штрафів від діяльності промислових підприємств	7
	r_{17}	Сума екологічних штрафів від діяльності муніципальних підприємств	8
Соціальна група	r_{18}	Заробітна плата працівників підприємств муніципального транспорту	25
	r_{19}	Заробітна плата працівників підприємств промислового транспорту	23
	r_{20}	Відсоток ДТП промислового транспорту від загального обсягу ДТП в умовах СВДМ	24
	r_{21}	Обсяг фінансових затрат на усунення результатів ДТП в умовах СВДМ	21
	r_{22}	Відсоток площ, які займають рекреаційні території від загальної площі СВДМ	18
Екологічна група	r_{23}	Відсоток площ, які займають транспортні території від загальної площі СВДМ	19
	r_{24}	Відсоток площ, які займають промислові підприємства від загальної площі СВДМ	20
	r_{25}	Відсоток транспорту, строк експлуатації якого вище від паспортних, установлених норм	10
	r_{26}	Витрати на екологічні заходи, що спрямовані на забезпечення екологічної безпеки СВДМ	26



$$T = \frac{1}{12} \sum_{d=1}^D (R_d^3 - R_d) \quad , \quad (3)$$

де: n – кількість факторів;

m – кількість експертів;

C_{gj} – оцінка важливості j -го фактора, яка дана g -м експертом (в рангах);

T – показник пов'язаних рангів;

D – число груп пов'язаних рангів;

R_d – число рівних рангів в d -й групі.

Для оцінки статистичної значущості коефіцієнтів конкордації використовується критерій χ^2 Пірсона, який підпорядковується χ^2 розподілу з числом ступенів свободи $(m-1)$. Він обчислюється за формулою:

$$\chi^2 = W n(m-1), \quad (4)$$

Для досягнення адекватності коефіцієнта конкордації W необхідно і достатньо, щоб обчислене значення χ^2 було більше табличного, визначеного числом ступенів свободи $(m-1)$ і рівнем довірчої ймовірності ρ .

Розрахунок коефіцієнта конкордації і перевірка його значущості дали такі результати:

$$W = 0,53; \quad \chi^{2разр} = 198,7;$$

$$\chi^{2разр} = 198,7 > \chi^{2табл} = 37,7.$$

Отже, припущення того, що існує узгодженість показань експертів, яка обчислена за допомогою коефіцієнта конкордації Кендалла, підтверджується. Між експертами існує консистентність про вагову оцінку факторів.

Розроблена наукова концепція забезпечення екологічної безпеки складових транспортної системи в сучасних економічних умовах СВДМ базується на необхідності визначення та ідентифікації базових чинників, від яких залежить її ефективність і безпека.

Основним методом формування цієї наукової концепції є статистичне моделювання на основі кореляційно-регресійного аналізу.

У проведеному дослідженні результативним показником виступатиме обсяг виконаних транспортних робіт в умовах СВДМ, в існуючих екологічних обмеженнях відповідно до нормативу ISO:1004, а факторними ознаками – показники факторів, які характеризують процес життєзабезпечення складових середовища.

Для проведення дослідження адекватності концепції була побудована кореляційна матриця для визначення ступеня залежності між результативним показником і змінними – регресійні залежності (рис. 2).

Кореляційна матриця показників відображає прямий тісний зв'язок (коефіцієнт кореляції вище 0,7) між обсягом транспортних робіт (r_1) і показниками: сума екологічних штрафів від діяльності муніципального і промислового транспорту (r_{16} і r_{17}) в умовах СВДМ на прикладі м Маріуполь.

Найвищий коефіцієнт кореляції (0,97) характеризує зв'язок між виручкою муніципальних підприємств від реалізації транспортних робіт і послуг (r_{11}) із кредитами для муніципальних транспортних підприємств (r_{12}).

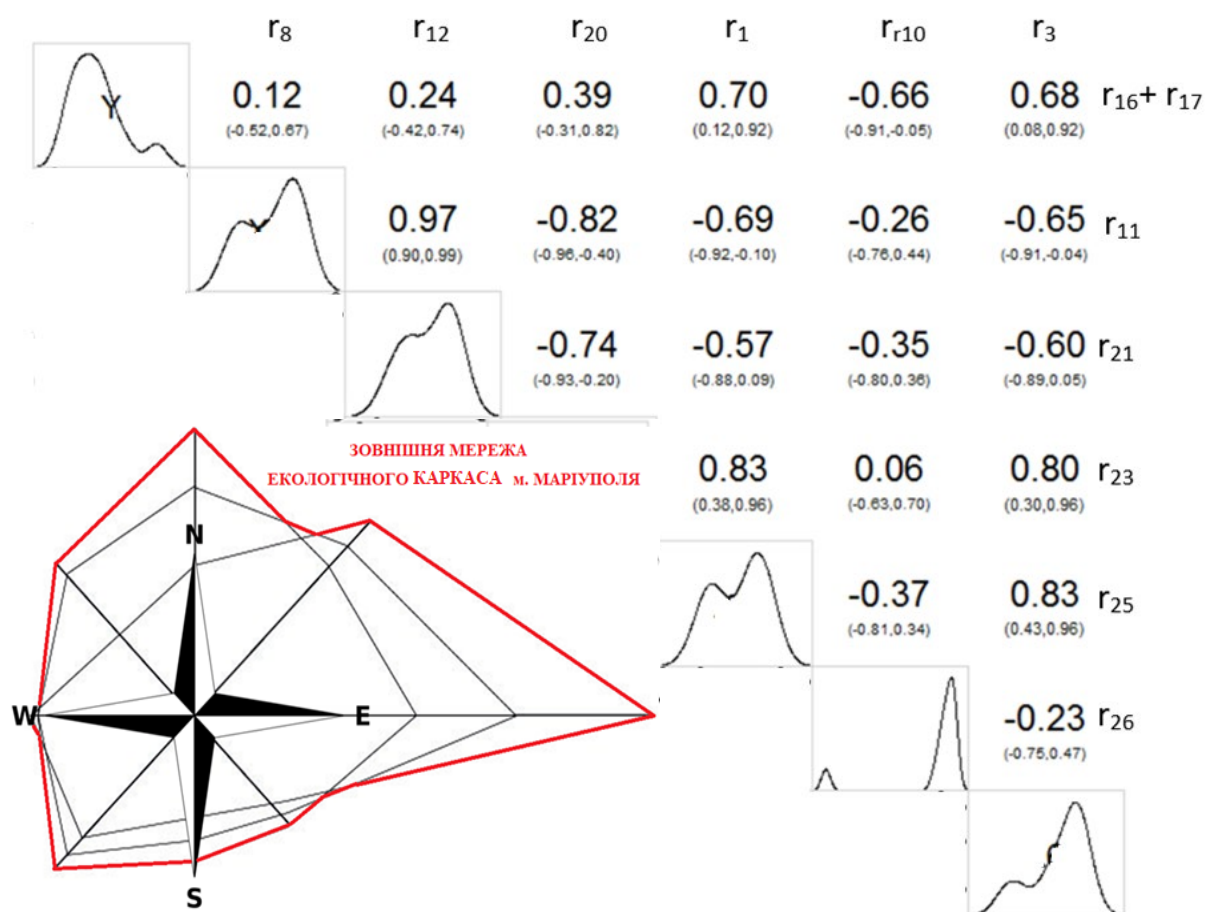


Рис.2 Матрично - еволюційний підхід визначення показників, що характеризує стан транспортної системи в рамках концепції (на прикладі міста Маріуполь)

У той же час зв'язок відсотка ДТП промислового транспорту від загального обсягу ДТП з обсягом фінансових затрат на усунення результатів ДТП в умовах СВДМ (-0,74) підкреслює рівень економічної кризи досліджуваної системи.

Така ситуація характеризує залежність обсягу транспортних робіт від процесу урбанізації досліджуваного середовища. Регресійні залежності, які розкривають зв'язок обсягів транспортної роботи з рівнем розвитку, що запроваджує економічні механізми в умовах СВДМ, мають вигляд:

$$Y = -199,74 + 0,381r_8 + 0,12r_9 + 0,597r_{10} + 0,801r_{11} + 0,712r_{12} - 0,567r_{13} - 0,356r_{14} \quad (R^2 = 0.97)$$

Негативний характер стосовно обсягу виконаних робіт виявляють такі фактори, як інвестиції, що засвідчують про низьку довіру до системи ЗТ в умовах СВДМ.

$$Y = 318.82 - 0,52r_{26} \quad (R^2 = -0.23)$$

Низький рівень коефіцієнта значущості при оцінці впливу природоохоронної діяльності свідчить про низький зв'язок заходів, пов'язаних з охороною навколишнього середовища.



Висновки

Обчислена оцінка ефективності розробленої логістичної концепції забезпечення безпеки складових транспортної системи за допомогою коефіцієнта конкордації Кендалла. У проведеному дослідженні результативним показником виступає обсяг виконаних транспортних робіт в умовах СВДМ, в існуючих екологічних обмеженнях згідно з нормативом ISO:1004, а факторними ознаками – показники факторів, що характеризують процес життєзабезпечення складових середовища.

Кореляційна матриця показників відображає прямий тісний зв'язок (коефіцієнт кореляції вище 0,7) між обсягом транспортних робіт і таким показником: як сума екологічних штрафів від діяльності муніципального і промислового транспорту (r_{16} і r_{17}) в умовах існуючої архітектури вулично-дорожньої мережі на прикладі м Маріуполь. Найвищий коефіцієнт кореляції (0,97) характеризує зв'язок між обсягом транспортних робіт із кредитами для муніципальних транспортних підприємств. У той же час зв'язок відсотка ДТП промислового транспорту від загального обсягу ДТП з обсягом фінансових затрат на усунення результатів ДТП в умовах СВДМ виражається коефіцієнтом -0,74, що характеризує негативний зв'язок між цими показниками. Така ситуація характеризує залежність обсягу транспортних робіт від процесу урбанізації досліджуваного середовища.

Література:

1. Prokudin G. S., Chupaylenko O. A., Dudnik O. S. Methods for Determining Optimal Characteristics of Transportation Networks // *Вісник Національного транспортного університету : науково-техн. зб.* – Київ, 2018. – Вип. 1 (40). – С. 262-273. – (Серія : Технічні науки).
2. Optimization of Transport Processes with the Use of Information Technologies / G. Prokudin [et al.] // *European Journal of Intelligent Transportation Systems.* – 2018. – 1(1), November. – P. 15-17.
3. Determination of Optimal Characteristics of Transport Networks / O. Chupaylenko, O. Dudnik, A. Dudnik, O. Prokudin // *The Development of Technical Sciences : Problems and Solutions : The International Research and Practical Conference Proceedings* (Brno, April 27–28, 2018 y.). – Brno, 2018. – P. 149-152.
4. Application of Information Technologies for the Optimization of Itinerary when Delivering Cargo by Automobile Transport [Electronic resource] / O. Prokudin [et al.] // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* – 2018. – N 2/3 (92). – P. 51-59.
5. Алгоритм статистичного моделювання роботи міських автобусів / Г. С. Прокудін [та ін.] // *Multidisciplinary Scientific Edition.* – 2017. – N 2 (11), March. – P. 11-13.
6. Вучик Вукан Р. Транспорт в городах, удобных для жизни / пер. с англ. А. Калинина; под науч. ред. М. Блинкина. – М. : *Территория будущего*, 2011. – 574 с. – (Серія : Университетская библиотека Александра Погорельского).
7. White R. National Academy of Engineering. The Greening of Industrial



Ecosystems. – Washington, DC : *The National Academies Press*, 1994. – URL: <https://doi.org/10.17226/2129>

Abstract. *The paper analyzes and provides a digitalization assessment of the effectiveness developed logistics concept to ensure the safety of the components transport system using the Kendall concordance coefficient.*

Key words: *transport system, green logistics, correlation matrix, digitalization assessment*

© Лямзін А.О., Носовська О.Б., Коваленко М.С., Малєнкова О.В.