

<https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-340-19>

УДК 330.46

ГЕЙДАРОВА Олена

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-7253-893x>e-mail: geydarova@ukr.net

ДРАЙНА Віктор

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0009-0009-2928-7045>e-mail: drainavik@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ ЛОГІСТИЧНИХ РІШЕНЬ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

У статті розглянуто застосування методики прогнозування результатів логістичної діяльності підприємства за допомогою ранжування критеріїв. Логістична діяльність суб'єктів господарювання впливає на навколишнє середовище та різні аспекти регіонів, де вона провадиться. Традиційні підходи до оцінювання результатів логістичної діяльності суб'єктів господарювання не відповідають сучасним викликам, оскільки не дозволяють враховувати економічні, соціальні та екологічні аспекти, тобто не здатні забезпечувати сталий розвиток підприємства. Виникає необхідність пошуку нових методів оцінювання результатів логістичної діяльності підприємства, що мають враховувати основні складові розвитку: економічну, соціальну, екологічну та інноваційну.

В процесі управління логістичною діяльністю підприємства необхідно виявляти можливі ризики, проводити їх оцінювання з врахуванням чинників впливу на логістичні процеси, а також приймати управлінські рішення за для захисту від них. Обробка нечіткої кількісної та якісної інформації для прийняття логістичних рішень та знаходження оптимального результату можуть бути отримані за допомогою методів: максимінної згортки; нечіткого відношення переваг; нечіткого логічного висновку; адитивної згортки та ін.

В якості вхідних параметрів пропонується обирати собівартість продукції (послуг), ціну на продукцію (послугу) та обсяг реалізації (надання) з урахуванням чинника невизначеності. Для отримання чисельних значень різної ваги вхідних параметрів використовуємо, згідно методу аналізу ієрархій, метод попарних порівнянь. Застосування методу максимінної згортки при визначенні шуканого діагнозу припускає з усієї сукупності функцій належності вибирати мінімальне значення або максимальне значення.

Запропоновано методику ранжування різної ваги вхідних критеріїв для прогнозування результатів логістичної діяльності суб'єкта господарювання.

Ключові слова: логістична діяльність, логістичні управлінські рішення, невизначеність, оптимізація, нечітка логіка, ранжування критеріїв.

HEIDAROVA Olena, DRAINIA Viktor

Khmelnitskyi National University

APPLICATION OF FUZZY SET METHODS FOR MAKING LOGISTIC DECISIONS IN MODERN CONDITIONS

The article considers the application of the methodology of forecasting the results of logistics activities of the enterprise by ranking the criteria. Logistics activities of business entities affect the environment and various aspects of the regions where it is carried out. Traditional approaches to assessing the results of logistics activities of business entities do not meet modern challenges, since they do not allow taking into account economic, social and environmental aspects, that is, they are not able to ensure the sustainable development of the enterprise. There is a need to find new methods for assessing the results of logistics activities of the enterprise, which should take into account the main components of development: economic, social, environmental and innovative.

In the process of managing the logistics activities of the enterprise, it is necessary to identify possible risks, evaluate them taking into account the factors of influence on logistics processes, as well as make managerial decisions to protect against them. Processing of fuzzy quantitative and qualitative information for making logistic decisions and finding the optimal result can be obtained using methods: maximin convolution; fuzzy preference ratio; fuzzy logical conclusion; additive convolution, etc.

As input parameters, it is proposed to choose the cost of products (services), the price of products (service) and the volume of sales (provision), taking into account the uncertainty factor. To obtain numerical values of different weights of input parameters, we use, according to the method of analyzing hierarchies, the method of pairwise comparisons. The use of the maximum convolution method in determining the desired diagnosis involves choosing a minimum value or a maximum value from the entire set of belonging functions. The method of ranking different weights of input criteria for forecasting the results of logistics activities of a business entity is proposed.

Keywords: logistics activities, logistics management decisions, uncertainty, optimization, fuzzy logic, ranking criteria

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

В сучасних умовах стрімкого розвитку світової економіки, зростання конкурентоспроможності суб'єкти господарювання стикаються з проблемою підвищення ефективності логістичної діяльності. Логістична діяльність суб'єктів господарювання має певний вплив на навколишнє середовище та різні аспекти (економічні, соціальні тощо) регіонів, де вона провадиться. Тому в умовах сьогодення постає

проблема об'єктивного оцінювання результатів логістичної діяльності суб'єктів господарювання є досить актуальною.

Традиційні підходи до оцінювання результатів логістичної діяльності суб'єктів господарювання не відповідають сучасним викликам, оскільки не дозволяють враховувати економічні, соціальні та екологічні аспекти, тобто не здатні забезпечувати сталий розвиток підприємства. Отже, виникає необхідність пошуку нових методів оцінювання результатів логістичної діяльності підприємства, що мають враховувати основні складові розвитку: економічну, соціальну, екологічну та інноваційну.

Логістична діяльність суб'єктів господарювання пов'язана з ймовірністю появи різноманітних ризиків: політичних, економічних, фінансових, операційних, екологічних, майнових, транспортних, комерційних, інфляційних, інвестиційних та багатьох інших. В діяльності автотранспортної компанії виникають як внутрішні (пов'язані з управлінням підприємством), так і зовнішні (виклики зовнішнього середовища). Тому в процесі управління логістичною діяльністю підприємства необхідно виявляти можливі ризики, проводити їх оцінювання з врахуванням чинників впливу на логістичні процеси, а також приймати управлінські рішення за для захисту від них.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Вагомий внесок в розвиток теорії прийняття рішень з використанням методів нечіткої логіки внесли зарубіжні і вітчизняні дослідники: Л.А. Заде, Т.Л. Сааті, Р. Е. Беллман, Р.Прад, Д.Дюбуа, Р. Ягер, О.М. Аверкін, Л.С. Берштейн, А.Н.Борисов, П.М.Григорук, Ю.П. Зайченко, О.А.Крумберг, О.І. Ларічев, О.П. Ротштейн, А.В. Матвійчук, С. О. Орловський, З.М.Соколовська, Д.О. Поспелов, Т.А.Желдак, І.Г. Федоров та багато інших науковців. Але не дивлячись на значну кількість наукових досліджень, виникає необхідність подальших наукових досліджень за даною тематикою, особливо управління результатами логістичної діяльності суб'єктів господарювання в умовах військового стану.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є розробка методики ранжування різної ваги вхідних критеріїв для прийняття логістичних рішень задля підвищення ефективності логістичної діяльності суб'єкта господарювання.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Обробка нечіткої кількісної та якісної інформації для прийняття логістичних рішень та знаходження результату можуть бути отримані за допомогою методів: 1) максимінної згортки; 2) нечіткого відношення переваг; 3) нечіткого логічного висновку; 4) адитивної згортки та ін..

В роботі [3] розглянуто приклад застосування метод нечіткого логічного висновку при кількісних вхідних параметрах для оцінювання результатів логістичної діяльності підприємства за отриманим прибутком щодо забезпечення його фінансової стійкості.

В якості вхідних параметрів взято собівартість продукції (послуг) x_1 , ціну на продукцію (послугу) x_2 та обсяг реалізації (надання) x_3 з урахуванням невизначеності:

Зону значень кожного параметру розбито на три терми: середнє значення С, низьке значення Н та високе значення В.

Вихідних параметрів обрано чотири:

d_1 - логістична діяльність підприємства спрямована на забезпечення абсолютної фінансової стійкості;

d_2 - логістична діяльність підприємства спрямована на забезпечення нормальної фінансової стійкості;

d_3 - логістична діяльність підприємства сприяє хиткому фінансовому положенню;

d_4 - логістична діяльність підприємства може призвести до кризового фінансового положення.

В прикладі наведено:

$$x_1 \pm \Delta x_1 = 1400 \pm 400 \text{ грн}$$

$$x_2 \pm \Delta x_2 = 1800 \pm 400 \text{ грн}$$

$$x_3 \pm \Delta x_3 = 1000 \pm 200 \text{ од.}$$

Для нечіткої вхідної інформації на перспективу прийнято: $x_1 \approx 1500$ грн; $x_2 \approx 1600$ грн; $x_3 \approx 950$ од.

За допомогою функції належності трикутного виду та після обробки логічних рівнянь, що побудовані з матриці знань, отримано ранжування діагнозів: 1) d_3 ; 2) d_4 ; 3) d_2 ; 4) d_1 .

Зазначимо, що тут використовувалася однакова вага вхідних критеріїв.

Розглянемо ранжування діагнозів з урахуванням різної ваги вхідних параметрів. При цьому використаємо логічні рівняння з роботи [1]:

$$\begin{aligned}
 \mu^{d_1} &= [\mu^H(x_1) \cdot \mu^C(x_2) \cdot \mu^C(x_3)] \vee [\mu^C(x_1) \cdot \mu^C(x_2) \cdot \mu^C(x_3)] \vee \\
 &\vee [\mu^H(x_1) \cdot \mu^C(x_2) \cdot \mu^C(x_3)]; \\
 \mu^{d_2} &= [\mu^C(x_1) \cdot \mu^C(x_2) \cdot \mu^C(x_3)] \vee [\mu^H(x_1) \cdot \mu^C(x_2) \cdot \mu^C(x_3)] \vee \\
 &\vee [\mu^H(x_1) \cdot \mu^C(x_2) \cdot \mu^C(x_3)]; \\
 \mu^{d_3} &= [\mu^C(x_1) \cdot \mu^H(x_2) \cdot \mu^H(x_3)] \vee [\mu^C(x_1) \cdot \mu^H(x_2) \cdot \mu^C(x_3)] \vee \\
 &\vee [\mu^C(x_1) \cdot \mu^H(x_2) \cdot \mu^C(x_3)]; \\
 \mu^{d_4} &= [\mu^C(x_1) \cdot \mu^H(x_2) \cdot \mu^H(x_3)] \vee [\mu^C(x_1) \cdot \mu^H(x_2) \cdot \mu^C(x_3)] \vee \\
 &\vee [\mu^C(x_1) \cdot \mu^H(x_2) \cdot \mu^C(x_3)].
 \end{aligned} \tag{1}$$

Тут знак « $\vee$ » позначає логічну операцію «ЧИ», а логічна операція «І» ($\wedge$) для спрощення запису позначена « $\bullet$ ».

Шуканим є діагноз з найбільшим значенням функції належності μ^{d_k} при заданих конкретних значеннях вхідних параметрів $x_1, \dots, x_n$.

Також, для прогнозованих значень x_1 , x_2 та x_3 з графіків функцій належності трикутного виду було отримано:

$$\begin{aligned}
 \mu^H(x_1) &= \frac{3}{8}; & \mu^C(x_1) &= \frac{3}{4}; & \mu^C(x_1) &= \frac{5}{8}. \\
 \mu^H(x_2) &= \frac{3}{4}; & \mu^C(x_2) &= \frac{1}{2}; & \mu^C(x_2) &= \frac{1}{4}. \\
 \mu^H(x_3) &= \frac{5}{8}; & \mu^C(x_3) &= \frac{3}{4}; & \mu^C(x_3) &= \frac{3}{8}.
 \end{aligned} \tag{2}$$

Для подальших розрахунків використаємо рівняння систем (1) та (2).

Для отримання чисельних значень різної ваги вхідних параметрів використовуємо, згідно методу аналізу ієрархій [1], метод парних порівнянь. Припустимо, що експертами сформована таблиця парних порівнянь критеріїв x_1 , x_2 та x_3 (таблиця 1).

Таблиця 1

Таблиця парних порівнянь значень вхідних критеріїв

	x_1	x_2	x_3	b_i	$b_i / \sum b_i$	$\omega = b_i / b_{max}$
x_1	1	2	1/2	1	0,328	0,79
x_2	1/2	1	1	0,8	0,260	0,63
x_3	2	1	1	1,26	0,412	1,0
A_j	3,5	4,0	2,5	3,06	1	

В роботі [4] запропонований один з простих методів обробки матриці $A(n, n)$:

- 1) Обчислюється компонента власного вектора, що відповідає i -тому рядку

$$b_i = \sqrt[n]{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}}, \quad i = 1 \dots n.$$

- 2) Проводиться нормалізація власного вектора

$$\frac{b_i}{\sum b_i}$$

що і дає головний власний вектор

$$\bar{X} = \left(\frac{b_1}{\sum b_i}, \frac{b_2}{\sum b_i}, \frac{b_3}{\sum b_i} \right)$$

3) Значення функцій належності

$$\omega = \left(\frac{b_1}{b_m}, \frac{b_2}{b_m}, \frac{b_3}{b_m} \right) = (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n),$$

де b_m максимальне значення з b_i .

Результати обробки матриці наведені в таблиці 1.

Отже головний власний вектор буде

$$(0,328; 0,260; 0,412).$$

Для оцінювання якості матриці попарних порівнянь (таблиця 2), яка сформована експертами, необхідно виконати наступне:

1) Обчислюється максимальне власне значення матриці:

$$\lambda_{max} = \sum A_j \cdot X_i = 3,5 \cdot 0,328 + 4 \cdot 0,260 + 2,5 \cdot 0,412 = 3,2.$$

2) Розраховується індекс узгодженості:

$$I_y = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = \frac{3,2 - 3}{3 - 1} = 0,1.$$

3) Обчислюється відношення узгодженості:

$$4) \quad \text{ВУ} = \frac{I_y}{n_{\text{вип}}}.$$

Таблиця 2

Матриця попарних порівнянь

Порядок матриці	1	2	3	4	5	6	7	8
Випадкова узгодженість	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41

Рекомендується ВУ до 10% , але допускається до 20%. При перебільшенні потрібно коригувати матрицю попарних порівнянь.

Для отримання ступеневих коефіцієнтів потрібно числове значення головного власного вектора домножити на ранг матриці.

Тоді ступеневі коефіцієнти:

$$a_1 = 3 \cdot 0,328 = 0,984;$$

$$a_2 = 3 \cdot 0,260 = 0,780;$$

$$a_3 = 3 \cdot 0,412 = 1,236.$$

Тепер функції належності:

$$\mu^H(x_1) = \left(\frac{3}{8}\right)^{0,984} = 0,381; \quad \mu^C(x_1) = \left(\frac{3}{4}\right)^{0,984} = 0,753; \quad \mu^B(x_1) = \left(\frac{5}{8}\right)^{0,984} = 0,630$$

$$\mu^H(x_2) = \left(\frac{3}{4}\right)^{0,78} = 0,800; \quad \mu^C(x_2) = \left(\frac{1}{2}\right)^{0,78} = 0,582; \quad \mu^B(x_2) = \left(\frac{1}{4}\right)^{0,78} = 0,340$$

$$\mu^H(x_3) = \left(\frac{5}{8}\right)^{1,236} = 0,560; \quad \mu^C(x_3) = \left(\frac{3}{84}\right)^{1,236} = 0,700; \quad \mu^B(x_3) = \left(\frac{3}{8}\right)^{1,236} = 0,500.$$

Підставимо ці значення в систему 1:

$$\begin{aligned} \mu^{d_1} &= 0,381 \cdot 0,34 \cdot 0,7 \vee 0,753 \cdot 0,34 \cdot 0,3 \vee 0,381 \cdot 0,582 \cdot 0,3; \\ \mu^{d_2} &= 0,753 \cdot 0,582 \cdot 0,7 \vee 0,381 \cdot 0,582 \cdot 0,7 \vee 0,753 \cdot 0,582 \cdot 0,3; \\ \mu^{d_3} &= 0,753 \cdot 0,8 \cdot 0,56 \vee 0,753 \cdot 0,582 \cdot 0,7 \vee 0,753 \cdot 0,8 \cdot 0,3; \\ \mu^{d_4} &= 0,63 \cdot 0,8 \cdot 0,56 \vee 0,63 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \vee 0,63 \cdot 0,8 \cdot 0,3. \end{aligned}$$

Максимальна згортка при визначенні шуканого діагнозу припускає з усієї сукупності функцій належності, об'єднаних операцією І (•), вибирати мінімальне значення, а з усієї сукупності функцій належності, об'єднаних операцією ЧИ (∨) – максимальне значення. Тоді із системи (2) отримаємо функції належності чотирьох діагнозів:

$$\begin{aligned} \mu^{d_1} &= 0,34 \vee 0,3 \vee 0,3 \Rightarrow \max = 0,340; \\ \mu^{d_2} &= 0,582 \vee 0,381 \vee 0,3 \Rightarrow \max = 0,582; \end{aligned}$$

$$\mu^{d_3} = 0,56 \vee 0,582 \vee 0,3 \Rightarrow \max = 0,582;$$

$$\mu^{d_4} = 0,56 \vee 0,63 \vee 0,3 \Rightarrow \max = 0,63.$$

Рішенням вважається діагноз з найбільшим значенням функції належності μ^{d_k} , тобто

$$\mu_{\text{опт}}^d = \max\{0,34; 0,582; 0,582; 0,63\} = 0,63.$$

Отже, шуканим буде діагноз d_3 , а ранжировка діагнозів має таку послідовність:

$$1) d_4; \quad 2,3); d_2, d_3 \quad 4) d_1.$$

Як бачимо, врахування різної ваги критеріїв дає інші результати, що наведені в роботі [4].

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

В даній статті розглянуто специфіку застосування методу попарних порівнянь для прийняття логістичних рішень з урахуванням різної ваги вхідних критеріїв. Доведено, що саме врахування різної ваги (важливості) вхідних параметрів дозволяє вибрати інший варіант ранжування діагнозів, який дозволить більш ефективно прогнозувати результати діяльності суб'єкта господарювання.

Література

1. Zadeh L.A Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility *Fuzzy Sets and Systems*. 1999. Vol.100. P.9-34. URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/fuzzy-sets-and-systems/vol/100/suppl/S1> (дата звернення: 14.11.2024)
2. Saaty T. The Analytic Hierarchy Process *Mathematical Modelling*. 1987. Vol.9. P.167-176 URL: https://www.researchgate.net/publication/362349026_The_Analytic_Hierarchy_Process (дата звернення: 12.11.2024)
3. Косенкова О.В. Прогнозування результатів діяльності підприємства на нечіткій логіці // Економіка: проблеми теорії та практики. Зб. наук. пр. Вип. 123. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2002. – С. 63-72.
4. Гейдарова О.В. Інформаційні технології у моделюванні процесів прийняття рішень на підприємстві/ О.В.Гейдарова, В.П. Паюк// Вісник ХНУ. – Хмельницький: ХНУ, 2018. – С.228-230
5. Гейдарова О.В. Застосування методів нечітких множин для прийняття управлінських рішень в умовах кризи / О.В.Гейдарова// Вісник ХНУ. – Хмельницький: ХНУ, 2023. – С.218-226
6. Гейдарова О.В. Удосконалення механізму прийняття управлінських рішень в сучасних умовах// Журнал „Соціально-економічні проблеми і держава“. – 2024. – Випуск 2(31). – С.74-85

References

1. Zadeh L.A Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility *Fuzzy Sets and Systems*. 1999. Vol.100. R.9-34. URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/fuzzy-sets-and-systems/vol/100/suppl/S1> (data zvernennia: 14.11.2024)
2. Saaty T. The Analytic Hierarchy Process *Mathematical Modelling*. 1987. Vol.9. R.167-176 URL: https://www.researchgate.net/publication/362349026_The_Analytic_Hierarchy_Process (data zvernennia: 12.11.2024)
3. Kosenkova O.V. Prohnozuvannia rezul'tativ diialnosti pidpriemstva na nechitkii lohitsi // Ekonomika: problemy teorii ta praktyky. Zb. nauk. pr. Vyp. 123. – Dnipropetrovsk: DNU, 2002. – S. 63-72.
4. Heidarova O.V. Informatsiini tekhnolohii u modeliuvanni protsesiv pryiniattia rishen na pidpriemstvi/ O.V.Heidarova, V.P. Paiuk// Visnyk KhNU. – Khmelnytskyi: KhNU, 2018. – S.228-230
5. Heidarova O.V. Zastosuvannia metodiv nechitkykh mnozhyn dlia pryiniattia upravlinskykh rishen v umovakh kryzy / O.V.Heidarova// Visnyk KhNU. – Khmelnytskyi: KhNU, 2023. – S.218-226
6. Heidarova O.V. Udoskonalennia mekhanizmu pryiniattia upravlinskykh rishen v suchasnykh umovakh// Zhurnal „Sotsialno-ekonomichni problemy i derzhava“. – 2024. – Vypusk 2(31). – S.74-85