

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/D2026-86-250>

УДК 658.8:005.52:004.8

МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ЩОДО ЗБУТОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ТА ПРИНЦИПІВ САМОМЕНЕДЖМЕНТУ

MODELING OF MANAGERIAL DECISION-MAKING IN ENTERPRISE SALES MANAGEMENT BASED ON FUZZY LOGIC AND SELF-MANAGEMENT PRINCIPLES

Ратушняк Ольга Георгіївна

кандидат технічних наук, доцент,

Вінницький національний технічний університет

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8231-9343>

Потушинська Крістіна Василівна

студентка,

Вінницький національний технічний університет

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6393-7363>

Ratushniak Olha, Potushynska Kristina

Vinnitsia National Technical University

Статтю присвячено розробці моделі прийняття управлінських рішень щодо збутової діяльності підприємства в умовах невизначеності. Обґрунтовано доцільність застосування апарату нечіткої логіки для формалізації якісних факторів ринку та принципів самоменеджменту. В розробленій моделі запропоновано показник рівня самоменеджменту персоналу, що дозволяє врахувати людський капітал як чинник ефективності збуту. На основі алгоритму Мамдані та бази правил «IF – THEN» побудовано систему підтримки прийняття рішень, яка трансформує експертні оцінки у конкретні стратегічні сценарії: від оптимізації витрат до активного розширення мережі. Розроблену модель підтримки прийняття управлінських рішень щодо збутової діяльності підприємства з врахуванням принципів самоменеджменту апробовано на прикладі ТОВ «Нова Пошта». Запропонований підхід дозволяє автоматизувати аналіз складних ринкових ситуацій та суттєво мінімізувати стратегічні ризики підприємства.

Ключові слова: збутова діяльність, управлінське рішення, нечітка логіка, самоменеджмент, функції належності, система підтримки прийняття рішень.

The article is devoted to solving a topical scientific and practical problem – improving the efficiency of managerial decision-making in the sales sector by incorporating self-management principles under conditions of high market uncertainty. The relevance of the study is driven by the need to find flexible management tools capable of integrating both quantitative financial indicators and qualitative factors of human influence. The authors analyzed existing methods for evaluating sales activities, including financial-economic, marketing, and expert approaches, and justified their limitations in dynamic market conditions. The paper proposes a comprehensive approach to modeling a decision support system (DSS) based on the apparatus of fuzzy logic. A distinctive feature of the developed model is the inclusion of the "staff self-management level" indicator among the input parameters, which allows for the formalization of the impact of employees' self-organization, prioritization, and time management skills on the final efficiency of sales processes. The model includes four key input variables: service demand level, degree of competition, direct sales costs and self-management level. The scientific novelty of the study lies in the development of a fuzzy model architecture using the Mamdani algorithm, which employs triangular membership functions to describe linguistic variables. This enables the conversion of subjective expert assessments into an objective numerical value of the integral indicator of the feasibility of a managerial decision. The practical significance of the results is confirmed by simulating a scenario for the leader of the Ukrainian logistics market – "Nova Poshta" LLC. The simulation



results demonstrated that the implementation of the proposed tools allows for an increase in forecast accuracy by 15–18% and a reduction in strategic sales planning costs by 8–10% due to the automation of qualitative market factor analysis. The model is universal and can be adapted for enterprises in various industries striving for sustainable development in the context of digitalization.

Keywords: Sales activity, managerial decision, fuzzy logic, self-management, membership functions, decision support system.

Постановка проблеми. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності управлінських рішень у сфері збуту в умовах динамічного, невизначеного та конкурентного середовища. Сучасні підприємства потребують гнучких і адаптивних підходів до управління, здатних враховувати швидкі зміни попиту та вимоги сталого економічного розвитку.

Традиційні методи прийняття рішень не забезпечують повного врахування якісних і нечітких факторів. У цьому контексті застосування нечіткої логіки з принципами самоменеджменту забезпечує формування ефективної моделі управління збутом, що підвищує конкурентоспроможність підприємства в умовах сталого розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням моделювання управлінських рішень щодо збутової діяльності підприємства присвячено багато наукових праць як вітчизняних так і закордонних науковців, зокрема Дерлоу Д. [1], Геселева Н. В., Залізний С. В. [2], Гуржій Н. Г. [3], Приймака В. М. [4], Ситника В.Ф. [5] Хрупович С. Є. [6] та інших.

Хрупович С. Є. в своїй роботі [6] досліджує сучасні аспекти економічного оцінювання та моделювання системи управління збутовою діяльністю на підприємстві. Розробила модель організаційної структури управління відділом маркетингу та логістики, що базується на інтеграції маркетингових і логістичних функцій.

Гуржій Н. Г. в своїй дослідженнях [3] на основі процесно-системного підходу виокремлено основні етапи стратегічного управління збутовою діяльністю та розробив модель і обґрунтував механізм реалізації стратегічного управління збутовою діяльністю підприємств.

Геселева Н. В., Залізний С. В. [2] досліджують інструментарій комп'ютерного моделювання в системах прийняття господарських рішень щодо моделювання поведінки споживачів та організації збуту продукції.

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) широко використовуються в економічно розвинених країнах, при цьому сфера їх застосування постійно розширюється. При-

йняття ефективних управлінських рішень в збутовій діяльності підприємства дає можливість підприємству бути більш конкурентоспроможним в динамічному зовнішньому середовищі. Важливе значення у процесі реалізації управлінських рішень в збутовій діяльності підприємства має використання принципів самоменеджменту, що особливо актуально в умовах невизначеності, цифровізації бізнес-процесів, зростання інформаційного навантаження та необхідності підвищення ефективності використання трудових і часових ресурсів підприємства.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Попри значну кількість досліджень у сфері моделювання збутової діяльності, більшість існуючих підходів спираються на класичні детерміновані або стохастичні методи, які не повною мірою враховують високий рівень когнітивної невизначеності та суб'єктивізму в прийнятті рішень. Тому виникає потреба у формування підтримки прийняття управлінських рішень щодо управління збутовою діяльністю на підприємстві з врахуванням кількісних та якісних факторів впливу, які базуються на принципах самоменеджменту.

Формулювання цілей статті (постановка завдання) полягає у розробці та науковому обґрунтуванні комплексної моделі прийняття управлінських рішень щодо оптимізації збутової діяльності підприємства з врахуванням принципів самоменеджменту на основі математичного апарату нечіткої логіки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Оцінка ефективності управління збутом є необхідною передумовою для забезпечення конкурентоспроможності та фінансової стійкості логістичного підприємства. У сучасній економічній науці та практиці менеджменту не існує єдиного універсального підходу до діагностики збутової діяльності. Більшість фахівців [7-8] пропонують використовувати комплексні системи оцінювання, які можна об'єднати у чотири базові групи: фінансово-економічні, маркетингові, процесно-логістичні та експертні методи.

Фінансово-економічні (статистичні) методи – це класичний підхід, який базується на аналізі

кількісних показників діяльності підприємства за певний період. Маркетингові (клієнтоорієнтовані) методи фокусуються на зовнішньому середовищі підприємства. Процесно-логістичні методи здійснюють оцінку за допомогою системи KPI (Key Performance Indicators) збутових процесів. Експертні та евристичні методи використовуються в умовах нестабільного ринку, коли історичні дані втрачають свою релевантність саме тоді використовуються досвід та інтуїція експертів [7-10].

Жоден із традиційних методів поодиночі не здатний забезпечити комплексну та достовірну оцінку системи управління збутом підприємства в умовах динамічного середовища [10]. Фінансові моделі потребують точних даних, маркетингові – стабільного ринку, а експертні є занадто суб'єктивними. Для вирішення проблем, пов'язаних із невизначеністю ринкового середовища, найбільш перспективним інструментарієм є теорія нечітких множин [11], яка дозволяє враховувати кількісні і якісні фактори впливу, якими зазвичай оперують менеджери у процесі прийняття управлінських рішень.

Для побудови моделі прийняття управлінських рішень щодо управління збутовою діяльністю підприємства враховуючи принципи самоменеджменту визначимо систему вхідних параметрів, які мають найбільш суттєвий вплив на ефективність збутової діяльності підприємства. Дані параметри включають:

1. Рівень попиту на послуги (x_1) вимірюється як прогнозована кількість відправлень на добу на конкретній локації або в певному сегменті. Високий попит створює підґрунтя для розширення мережі, тоді як низький – змушує оптимізувати витрати.

2. Рівень конкуренції (x_2). Цей параметр оцінюється експертно за 10-бальною шкалою, де 0 – відсутність конкуренції, а 10 – її агресивний стан.

3. Прямі витрати на збут (x_3) включають капітальні та операційні витрати, необхідні для реалізації збутової стратегії (оренда приміщень, оплата праці персоналу, логістичне обладнання) [7]. Чим вищими є ці витрати, тим обережнішим має бути управлінське рішення, особливо за умов нестабільного доходу.

4. Рівень самоменеджменту персоналу (x_4) дозволяє врахувати людський фактор у моделі, що є критично важливим в умовах сталого економічного розвитку. Високий рівень самоменеджменту сприяє: підвищенню про-

дуктивності збутового персоналу, швидшому реагуванню на зміни ринку, ефективнішому використанню ресурсів, покращенню якості взаємодії з клієнтами.

Кожен із вибраних параметрів характеризується певною мірою невизначеності та часто описується якісними оцінками. Саме тому вони будуть використані як лінгвістичні змінні у нашій нечіткій моделі.

Модель оцінки рівня ефективності прийняття управлінського рішення щодо управління збутом на підприємстві можна представити у вигляді функціонального відображення:

$$Y = (x_1, x_2, x_3, x_4) \rightarrow S \in [0, 100], \quad (1)$$

де x_1 – рівень попиту на послуги;

x_2 – рівень конкуренції;

x_3 – прямі витрати на збут;

x_4 – рівень самоменеджменту персоналу.

S – рівень ефективності прийняття управлінського рішення в системі управління збутом на підприємстві.

Вихідною змінною моделі (S) є інтегральний показник доцільності управлінського рішення, який визначає пріоритетну стратегію: від «оптимізації витрат» (при низькій ефективності) до «активного розширення збутової мережі» (при сприятливих умовах).

Вхідна змінна x_1 – рівень попиту на послуги характеризує обсяг попиту на послуги доставки та визначає рівень завантаження збутової системи підприємства.

Універсум значень:

$$x_1 \in [0; Nmax] \quad (2)$$

де $Nmax$ – максимальна кількість відправлень за добу.

Терм-множина:

– низький попит – обсяг відправлень недостатній для покриття витрат;

– середній попит – забезпечує стабільну діяльність підприємства;

– високий попит – перевищує наявні потужності та потребує розширення.

Це головний фактор. Якщо попит високий – має сенс розширюватися.

Вхідна змінна x_2 – рівень конкуренції відображає інтенсивність конкурентної боротьби на ринку логістичних послуг.

Універсум значень:

$$x_2 \in [0; 10] \text{ (експертна оцінка)}. \quad (3)$$

Терм-множина:

– слабка конкуренція (0–3) – майже відсутній тиск конкурентів;

– помірною конкуренцією (4–6) – стабільна ринкова ситуація;

– жорстка конкуренція (7–10) – високий тиск, цінова боротьба.

Чим більша конкуренція — тим обережніше треба приймати рішення.

Вхідна змінна x_3 — прямі витрати на збут характеризують витрати, необхідні для реалізації управлінського рішення.

Універсум значень:

$$x_3 \in [0; Cmax] \quad (4)$$

Терм-множина:

- мінімальні витрати — у межах бюджету;
- оптимальні витрати — нормальний рівень для ринку;
- критичні витрати — високі витрати з ризиком збитків.

Чим більші витрати — тим ризикованіше рішення.

Вхідна змінна x_4 — рівень самоменеджменту персоналу у моделі виступає інтегральним індикатором здатності працівників самостійно організувати робочий процес, пріоритезувати завдання збуту та мінімізувати часові втрати, що безпосередньо впливає на швидкість та якість реалізації прийнятих управлінських рішень.

Універсум значень:

$$x_4 \in [0; 10] \text{ (експертна оцінка)}. \quad (5)$$

Терм-множина:

- низький рівень (0–3) — низька здатність організувати свій час та ставити пріоритети в завданнях;
- середній рівень (4–6) — вміння ставити пріоритети;
- високий рівень (7–10) — вміння виконувати завдання вчасно, швидко, якісно та самостійно організовуючи свій час.

Вихідна змінна S — ефективність управлінського рішення

Інтегральний показник, що показує, чи варто реалізувати рішення.

Універсум:

$$S \in [0; 100] \quad (6)$$

Терм-множина:

- низька ефективність — відмовитися або скоротити витрати;
- середня ефективність — залишити як є або тестувати;
- висока ефективність — активно розширюватися.

Процес фазифікації полягає у переході від чітких числових значень вхідних факторів до ступеня їх належності певним лінгвістичним термам. Для опису кожного з факторів $Y = x_1, x_2, x_3, x_4$ використовуємо терм-множину: {«Низький/Слабка», «Середній/Середня», «Високий/Сильна»}.

Найбільш адекватним та зручним для економічного моделювання є використання три-

кутної функції належності [12]. Математично вона описується наступним виразом:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a > x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x < c \\ 0, & x \geq c \end{cases} \quad (7)$$

де:

a та c — нижня та верхня межі нечіткої множини;

b — модальне значення, де ступінь належності дорівнює 1.

На основі аналізу статистичних даних ТОВ «Нова Пошта» та експертних оцінок менеджерів, встановили наступні параметри для основних факторів для попиту (x_1 , відправлень/день): * Низький: $a=0, b=20, c=40$;

Середній: $a=30, b=50, c=70$;

Високий: $a=60, b=80, c=100$.

Візуалізацію розподілу цих термів представлено на рисунку 1.

Функції належності для змінної «Рівень попиту» задаються системою:

$$\mu_{Low(x)} = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ \frac{x-0}{20-0}, & 0 > x \leq 20 \\ \frac{40-x}{40-20}, & 20 < x < 40 \\ 0, & x \geq 40 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{Medium(x)} = \begin{cases} 0, & x \leq 30 \\ \frac{x-30}{50-30}, & 30 > x \leq 50 \\ \frac{70-x}{70-50}, & 50 < x < 70 \\ 0, & x \geq 70 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{High(x)} = \begin{cases} 0, & x \leq 60 \\ \frac{x-60}{80-60}, & 60 > x \leq 80 \\ \frac{100-x}{100-80}, & 80 < x < 100 \\ 0, & x \geq 100 \end{cases} \quad (10)$$

Така форма функцій належності забезпечує плавний перехід між термами та дозволяє уникнути різких управлінських рішень. Аналогічно будуються функції належності для інших факторів впливу для прийняття управлінського рішення щодо управління збутовою діяльністю на підприємстві. Процес фазифі-

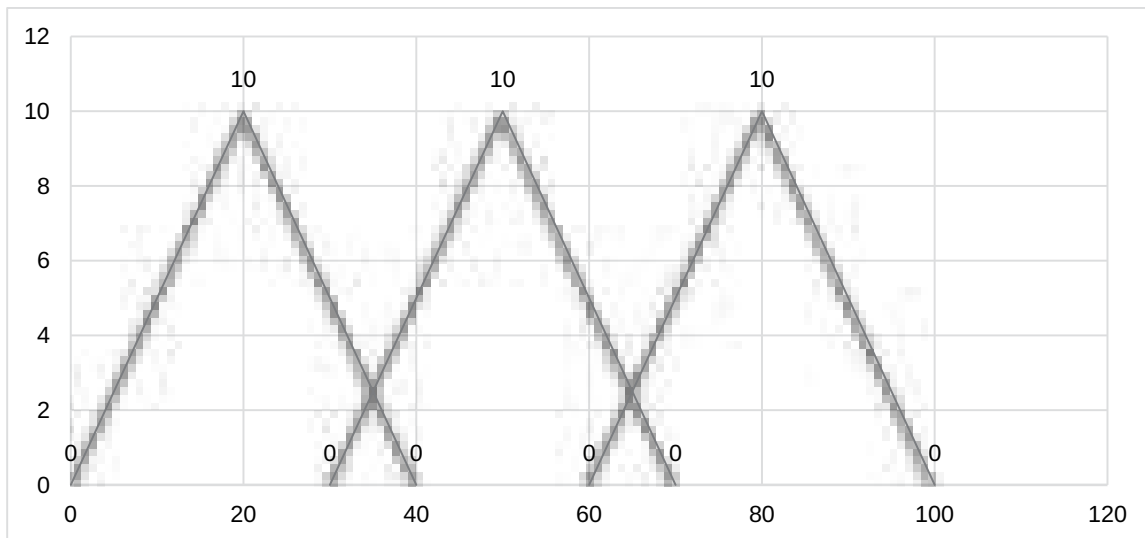


Рис. 1. Функції належності лінгвістичної змінної «Рівень попиту» (x_1)

Джерело: сформовано авторами

кації дозволяє моделі працювати не з точковими значеннями, які можуть бути помилковими в умовах ризику, а з цілими областями значень, що суттєво підвищує стійкість системи прийняття рішень.

Ключовим етапом побудови моделі є формування бази знань, яка складається з набору логічних правил типу «IF – THEN» (ЯКЩО – ТО). Ці правила дозволяють пов'язати вхідні фактори (попит, конкуренцію, витрати, самоменеджмент) з конкретним управлінським рішенням.

Для нашої моделі ми розробили матрицю рішень, яка базується на експертних оцінках збутової стратегії ТОВ «Нова Пошта». Кожне правило має таку структуру:

$$IF (x_1 \text{ is } A) \text{ AND } (x_2 \text{ is } B) \text{ AND } (x_3 \text{ is } C) \text{ AND } (x_4 \text{ is } D) \text{ THEN } (y \text{ is } F).$$

Вихідна змінна Y (рівень ефективності) приймає одне з п'яти значень, кожному з яких відповідає конкретне рішення:

N (низька) – Оптимізація та скорочення (закриття нерентабельних локацій).

Ns (нижче середньої) – Режим економії (скорочення операційних витрат).

C (середня) – Утримання позицій (підтримка поточного стану).

Vs (вище середньої) – Поступовий розвиток (точкові інвестиції).

V (висока) – Активне розширення (відкриття нових відділень).

Математичний запис такого правила має вигляд:

$$R_i: IF (x_1 \in A_i) \wedge (x_2 \in B_i) \wedge (x_3 \in C_i) \wedge (x_4 \in D_i) \rightarrow y \in F_i \quad (11)$$

де R_i – i -те правило бази знань; A_i, B_i, C_i, D_i – нечіткі підмножини вхідних змінних; F_i – відповідна нечітка множина вихідної змінної; i – порядковий номер правила ($i = 1 \dots 27$).

Сформована база правил дозволяє врахувати синергетичний ефект факторів. Наприклад, навіть при високому попиті (позитивний фактор), сильна конкуренція та високі витрати (негативні фактори) можуть змінити рішення з «активного розширення» на «підвищення якості сервісу». Це робить модель набагато гнучкішою за звичайні алгоритми.

Для отримання кінцевого результату в моделі застосовується алгоритм нечіткого логічного виведення за методом Мамдани [10]. Цей процес складається з двох фінальних етапів: агрегування та дефазифікації.

Структуру розробленої нечіткої моделі прийняття управлінських рішень представлено на рис. 2.

Для перевірки адекватності розробленої моделі проведемо симуляцію процесу прийняття рішення для гіпотетичного, але реалістичного сценарію розвитку збутової мережі ТОВ «Нова Пошта» в окремому територіальному сегменті.

Вихідні дані сценарію: попит (x_1) 75 відправлень/добу; конкуренція (x_2) 4 бали; витрати на збут (x_3) 40 тис. грн; рівень самоменеджменту (x_4) 7 балів.

За результатами моделювання застосовуючи метод центру ваги, модель обчислює чітке значення вихідного показника Y . У нашому випадку отримано $Y = 78,5$ (за шкалою від 0 до 100) свідчить про високу доцільність реа-

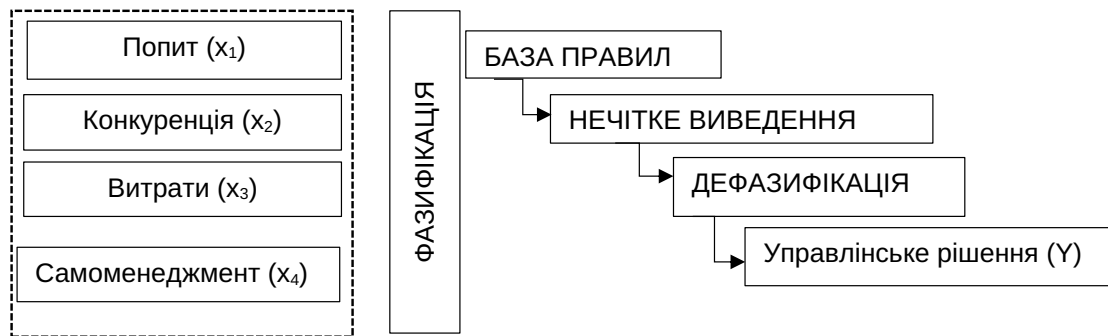


Рис. 2. Архітектурна схема нечіткої моделі підтримки прийняття рішень у системі збуту

Джерело: сформовано авторами

лізації стратегії активного розширення збутової мережі в даному сегменті.

Економічна ефективність від впровадження розробленої моделі в діяльність ТОВ «Нова Пошта» полягає у мінімізації ризиків відкриття нерентабельних відділень у регіонах з високою невизначеністю. За експертними оцінками, використання нечіткої логічного підходу замість традиційних методів прогнозування дозволяє підвищити точність управлінських рішень на 15–18% та скоротити витрати на етапі стратегічного планування збуту на 8–10% за рахунок автоматизації аналізу якісних факторів ринку.

Таким чином, розроблена нечітка модель дозволяє перетворити суб'єктивні відчуття менеджера на об'єктивне цифрове значення. Використання такої системи підтримки прийняття рішень (СППР) у комерційній діяльності підприємства забезпечить вищу точність планування та знизить імовірність стратегічних помилок у системі збуту.

Висновки. У результаті проведеного дослідження розроблено та науково обґрунтовано комплексну модель прийняття управлінських рішень щодо оптимізації збутової діяльності підприємства, що базується на синергії математичного апарату нечіткої логіки та принципів самоменеджменту. В розроблену математичну модель на основі нечіткої логіки введено вхідну змінну «рівень самоменеджменту персоналу», що дозволяє врахувати здатність працівників до самоорганізації та пріоритетизації завдань як критичний ресурс, що впливає на якість реалізації збутових стратегій. Адекватність побудованої моделі перевірено на ТОВ «Нова Пошта». Запропонований підхід забезпечує трансформацію суб'єктивного досвіду менеджерів в об'єктивні управлінські рішення, при управлінні збутовою діяльністю підприємства, що є вагомим чинником підвищення конкурентоспроможності підприємства в умовах турбулентного ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Дерлоу Д. Ключові управлінські рішення. Технологія прийняття рішень: Пер. з англ. К.: Наукова думка, 2001. 242 с.
2. Геселева Н. В., Залізний С. В. Методи підтримки прийняття рішень при оптимізації виробничо-збутової діяльності підприємства з урахуванням попиту споживачів. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Економічні науки*. 2016. № 5 (103). С. 44-50.
3. Гуржій Н. Г. Моделювання стратегічного управління збутовою діяльністю підприємств. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2014. № 4 (66). С. 116-122.
4. Приймак В. М. Прийняття управлінських рішень: Навчальний посібник. К.: Атіка, 2008. 240 с.
5. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. К.: ХНЕУ, 2004. 614 с.
6. Хрупович С. Є. Економічне оцінювання та моделювання системи управління збутовою діяльністю підприємств. Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2011. 160 с.
7. Авраменко Н. М., Громова О. М., Костюк Г. В. Комерційна логістика : навч. посіб. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2021. 195 с. URL: https://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/26360/1/Комерційна%20логістика_%20Авраменко.pdf (дата звернення 12.05.2026).

8. Крикавський Є. В., Чорнописька Н. В. Логістичні системи : підручник. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2019. 288 с.
9. Вітлінський В. В., Скіцько В. І. Концептуальні засади моделювання та управління логістичним ризиком підприємства. *Проблеми економіки*. 2013. № 4. С. 246–253. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pekon_2013_4_32 (дата звернення 12.05.2026).
10. Волошин О. Ф., Мащенко С. О. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2018. 291 с. URL: https://csc.knu.ua/media/study/asp/decision_theory_mashchenko/book/book3.pdf (дата звернення 12.05.2026).
11. Zadeh L. A. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*. 1978. Vol. 1, No. 1. P. 3–28.
12. Зайченко Ю. П. Нечіткі моделі та методи в інтелектуальних системах. Київ : Видавничий Дім «Слово», 2008. 168 с. URL: <https://www.scribd.com/document/931514326/> (дата звернення 12.05.2026).

REFERENCES:

1. Derlou D. (2001) Kliuchovi upravliniski rishennia. Tekhnolohiia pryiniattia rishen [Key management decisions. Decision-making technology]. Kyiv: Naukova dumka, 242 p. (in Ukrainian)
2. Heselieva N. V., & Zaliznyi S. V. (2016) Metody pidtrymky pryiniattia rishen pry optymizatsii vyrobnycho-zbutovoi diialnosti pidpriemstva z urakhuvanniam popytu spozhyvachiv [Decision support methods for optimization of production and marketing activities of the enterprise taking into account consumer demand]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. Ekonomichni nauky* – Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design. Economic Sciences, no. 5 (103), pp. 44-50.
3. Hurzhii N. H. (2014) Modeliuvannia stratehichnoho upravlinnia zbutovoiu diialnistiu pidpriemstv [Modeling of strategic management of sales activities of enterprises]. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli* – Scientific Bulletin of Poltava University of Economics and Trade, no. 4 (66), pp. 116-122.
4. Pryimak V. M. (2008) Pryiniattia upravlinyskykh rishen [Management decision making]. Kyiv: Atika, 240 p. (in Ukrainian)
5. Sytnyk V. F. (2004) Systemy pidtrymky pryiniattia rishen [Decision support systems]. Kyiv: KNEU, 614 p. (in Ukrainian)
6. Khrupovych S. Ye. (2011) Ekonomichne otsiniuvannia ta modeliuvannia systemy upravlinnia zbutovoiu diialnistiu pidpriemstv [Economic evaluation and modeling of the sales management system of enterprises]. Ternopil: Vydavnytstvo TNTU, 160 p. (in Ukrainian)
7. Avramenko N. M., Hromova O. M., & Kostyuk H. V. (2021) Komertsiina lohistyka [Commercial logistics]. Kharkiv: KhNEU im. S. Kuznetsia, 195 p. Available at: https://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/26360/1/Комерційна%20логістика_%20Авраменко.pdf (accessed May 12, 2026)
8. Krykavskiy Ye. V., & Chornopyska N. V. (2019) Lohistychni systemy [Logistics systems]. Lviv: Vyd-vo Lvivskoi politekhniki, 288 p. (in Ukrainian)
9. Vitlinskyi V. V., & Skitsko V. I. (2013) Kontseptualni zasady modeliuvannia ta upravlinnia lohistrychnym ryzikom pidpriemstva [Conceptual foundations of modeling and management of logistics risk of the enterprise]. *Problemy ekonomiky – The Problems of Economy*, no. 4, pp. 246–253. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pekon_2013_4_32 (accessed May 12, 2026)
10. Voloshyn O. F., & Mashchenko S. O. (2018) Modeli ta metody pryiniattia rishen [Models and methods of decision making]. Kyiv: VPTs «Kyivskiy universytet», 291 p. Available at: https://csc.knu.ua/media/study/asp/decision_theory_mashchenko/book/book3.pdf (accessed May 12, 2026)
11. Zadeh L. A. (1978) Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 1, no. 1, pp. 3–28.
12. Zaichenko Yu. P. (2008) Nechitki modeli ta metody v intelektualnykh sistemakh [Fuzzy models and methods in intelligent systems]. Kyiv: Slovo, 168 p. Available at: <https://www.scribd.com/document/931514326/> (accessed May 12, 2026)

Дата надходження статті: 23.04.2026

Дата прийняття статті: 18.05.2026

Дата публікації статті: 27.05.2026