

Загурський А.О.

Національний університет
біоресурсів і
природокористування
України,
м. Київ, Україна
E-mail:
andreyzagurskiy1@gmail.com

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЛОГІСТИЧНОГО СЕРВІСУ КОМПАНІЇ

DOI: <https://doi.org/10.31359/2311-441X-2025-26-243-253>

УДК 629.4

Загурський А.О. Оптимізація системи логістичного сервісу компанії.

Анотація. У статті досліджено стратегічні підходи до оптимізації системи логістичного сервісу підприємства на основі балансу між рівнем обслуговування клієнтів та логістичними витратами. Акцентовано увагу на формуванні ефективної логістичної стратегії з використанням методів аналітики, зокрема методу аналізу ієрархій (МАІ). Запропоновано ієрархічну модель вибору оптимального комплексу логістичних послуг на основі ключових індикаторів ефективності обслуговування клієнтів. Практичне застосування методики продемонстровано на прикладі компанії «Sfera-Avto», що дозволило обґрунтувати вибір найефективніших напрямів покращення логістичного сервісу. Результати дослідження підтверджують доцільність використання МАІ як інструменту підтримки прийняття стратегічних логістичних рішень.

Ключові слова: логістичний сервіс, логістичне управління, метод аналізу ієрархій, оптимізація витрат, рівень обслуговування.

Zagurskiy A.O. Optimization of the company's logistics service system.

Abstract. The article explores approaches to optimizing a company's logistics service system in the context of a modern market characterized by intense competition and growing consumer demands. It is established that one of the key strategic directions in logistics development is maintaining a balance between customer service levels and logistics costs. The study analyzes existing scientific approaches to the selection of logistics strategies and substantiates the feasibility of applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) to justify the selection of a set of logistics services aimed at achieving the company's strategic goals. The proposed methodology involves constructing a hierarchical structure comprising the overall goal, performance criteria, and key logistics service indicators serving as alternatives. Pairwise comparisons of the hierarchy elements are performed using expert evaluations, optimal indicators are identified based on the Pareto principle, and the alternatives are ranked according to their impact on the strategic objective. The practical application of the methodology is demonstrated through the case of "Sfera-Avto," a company engaged in the sale of automobiles and spare parts. The results obtained contribute to improving decision-making efficiency in logistics management and enhancing the adaptability of the logistics system to market changes. The methodology can be recommended for use by enterprises seeking to increase their logistics service level without incurring excessive cost growth.

Key words: logistics service, logistics management, analytic hierarchy process, cost optimization, service level.

Постановка проблеми

Стратегічні задачі логістики полягають у довгостроковому плануванні та прийнятті рішень, які у перспективі сформулюють основу конкурентоспроможності компанії. Одним із ключових векторів таких задач є підвищення якості логістичного сервісу, оскільки він безпосередньо впливає на задоволення клієнтів, імідж компанії та лояльність споживачів. Водночас, забезпечення високого рівня сервісу вимагає значних витрат, тому важливим є баланс між рівнем сервісу і рівнем логістичних витрат. Відповідно прагнення задовільнити бажання клієнта змушує логістичні компанії розробляти стратегії побудовані на компромісі між витратами, пов'язаними з наданням логістичних послуг та рівнем логістичного сервісу, що надається клієнтам.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В науковій літературі достатньо широко розглядаються питання пов'язані із впливом якості логістичного сервісу на рівень взаємовідносин з клієнтами [1-3] і відповідно вибором стратегії надання логістичного сервісу [4-6]. Серед них найбільш популярною є стратегія оптимальних витрат [7-10], що концентрує зусилля компанії на наданні більш високого рівня якості обслуговування клієнтів за ціною на рівні конкурентів або навіть нижче.

Однак незважаючи на зростаючу кількість статей, у цій галузі, все ще не вистачає систематичних та оновлених досліджень. Особливо в царині емпіричних досліджень щодо управління логістичним сервісом компанії.

Формулювання мети досліджень

Метою роботи є розробка методики вибору оптимізації системи логістичного сервісу компанії побудованої за методологію МАІ на основі ключових індикаторів оцінки логістичного обслуговування клієнтів фірми.

Методичний підхід в проведенні досліджень

Загалом існують два класичних шляхи (напрямки) стратегічного регулювання логістичного сервісу компанії:

1. Регулювання рівня логістичного сервісу, за якого компанія визначає цільовий рівень обслуговування клієнтів і адаптує свою логістичну систему для його досягнення. Метою цього напрямку є забезпечити конкурентну перевагу через високий рівень обслуговування, навіть за умов підвищення витрат. Ключовими завданнями напряму є:

- визначення параметрів логістичного сервісу (час доставки, частота постачань, точність виконання замовлення, зворотна логістика тощо);
- сегментація клієнтів за рівнем обслуговування (диференційований сервіс) та подальша розробка стандартів обслуговування для різних ринкових сегментів.
- моніторинг і контроль відповідності фактичного рівня сервісу встановленим стандартам.

2. Регулювання рівня логістичних витрат. Це стратегія оптимізації витрат без істотного зниження рівня обслуговування. Мета цього напрямку – мінімізувати витрати без критичного зниження якості логістичного обслуговування. Ключові задачі напрямку полягають у наступному:

- аналіз витрат на всі етапи логістичного ланцюга (транспортування, складування, упаковка, зберігання, управління запасами);
- впровадження технологій автоматизації та цифровізації (WMS, TMS, ERP);
- розробка стратегії аутсорсингу логістичних функцій (3PL, 4PL, 5 PL).
- оптимізація логістичної мережі (розміщення складів, вибір транспортних маршрутів тощо);
- вибір рівня сервісу, який забезпечує мінімальні сукупні витрати з урахуванням рівня втрат від недообслуговування клієнтів.

Проте оптимальний варіант регулювання логістичного сервісу зазвичай знаходиться посередині і полягає у постійному балансуванні між рівнем сервісу та витратами, отже виникає оптимізаційна дилема, коли існує класична залежність між рівнем сервісу і витратами на його забезпечення (рис. 1).

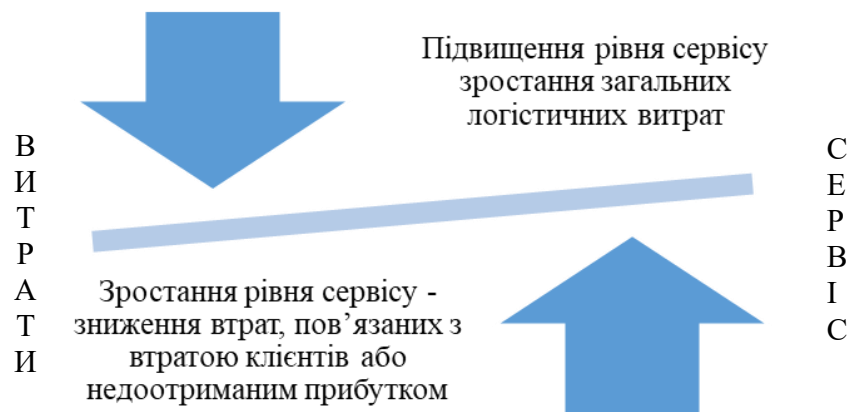


Рис. 1. Оптимізаційна логістична дилема.

Відповідно перед менеджментом фірми постає завдання знайти оптимальний рівень логістичного сервісу, за якого сукупні витрати (логістичні витрати + втрати від низького сервісу) є мінімальними. Математично його можна відобразити у вигляді функції 1, а графічно у вигляді рис 2.

$$Z = C(S) + L(S) \rightarrow \min \quad (1)$$

де $C(S)$ – логістичні витрати як функція рівня сервісу S

$L(S)$ – втрати через можливий незадоволений попит/клієнтів як функція рівня сервісу S .

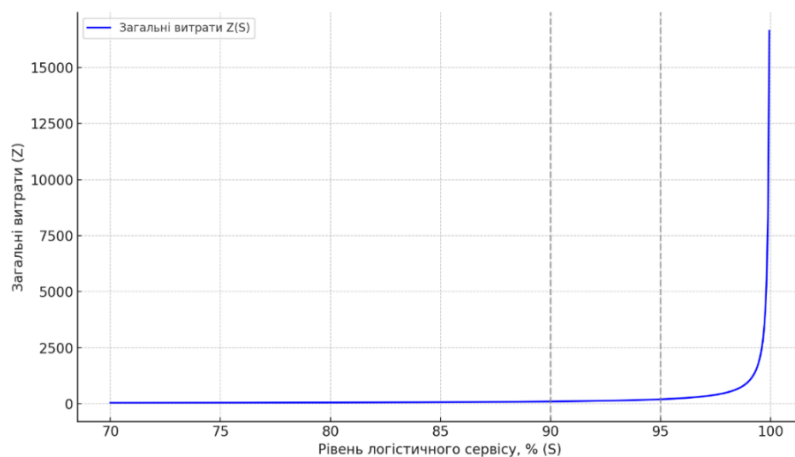


Рис. 2. Графік залежності між рівнем логістичного сервісу (S , %) та загальними витратами (Z).

Функція залежності загальних витрат від рівня логістичного сервісу показує що:
 – при підвищенні сервісу до ~90%. відбувається помірне зростання витрат
 – після 95% витрати починають зростати експоненційно через неможливість (складність) досягнення ідеального сервісу.

– мінімум кривої вказує на оптимальний рівень сервісу з погляду балансу витрат і якості.

Виходячи з вище визначеного ефективно стратегічне управління логістичним сервісом компанії можливе лише при збалансованому підході, який враховує як економічну доцільність, так і ринкові очікування клієнтів. Регулювання як рівня сервісу, так і рівня витрат має будуватись на основі аналітики, моделювання та глибокого розуміння бізнес-цілей компанії. Щодо інструментів стратегічного аналізу якості логістичного сервісу то вони наступні:

Таблиця 1

Інструменти стратегічного аналізу якості логістичного сервісу

Інструмент	Призначення	Приклад застосування
SLA (Service Level Agreement)	Формалізація параметрів сервісу з клієнтами	Напр., "95% доставок протягом 24 годин"
KPI (Key Performance Indicators)	Моніторинг якості логістики	Показник рівня виконаних замовлень: $\geq 97\%$
SCOR-модель (Supply Chain Operations Reference)	Стандартизований підхід до оцінки ефективності ланцюгів постачання	Показники: надійність, швидкість, гнучкість, витрати
ABC-XYZ аналіз	Сегментація товарів або клієнтів	Високопріоритетні групи – обслуговуються на вищому рівні
Аналіз "Вартість vs Сервіс" (Cost-Service Analysis)	Візуалізація точки оптимального сервісу	Побудова кривої з метою оптимізації
Метод аналітичної ієрархії (MAI)	Спосіб визначення відповідного оптимального комплексу логістичних послуг	Вибір найкращої з пропонованих альтернатив, в тому числі й з нечітко визначеними компонентами

Для практичного застосування моделі оптимізації логістичної системи компанії та вибору альтернативної стратегії логістичного сервісу скористаємося методом аналізу ієрархії (MAI), мета якого обґрунтування вибору найкращої з пропонованих альтернатив, характеристики яких є векторами з різнорідними, в тому числі й з нечітко визначеними, окремими компонентами [11]. Суть методу полягає в поетапному вирішенні таких взаємопов'язаних окремих завдань як:

- побудова ієрархічної структури показників;
- оцінювання значущості окремих показників для кожного рівня ієрархії;
- порівняння наявних альтернатив і вибір найкращої з них.

Даний метод видається простим, зрозумілим та зручним для розрахунків. Відповідно, він всіяко застосовується у практичній діяльності для виконання завдань щодо прийняття рішень в різних постановках: вибрати один найкращий або кілька найкращих варіантів, упорядкувати (ранжувати) усі варіанти за перевагами тощо. До

переваг використання МАІ у порівнянні з іншими методами вибору альтернативних проектів і визначення пріоритетності дослідники [12-14] відносять:

- використання ієрархічної структури та можливість особи, що приймає рішення (ОПР) визначити рівень стратегічних цілей і конкретні показники для більш якісної оцінки стратегічного вирівнювання логістичного сервісу;
- інтеграція кількісних і якісних параметрів;
- можливість ОПР виміряти відносну важливість проектів, в тому числі їх переваги, витрати, ризики, що сприяє більш ефективному використанню матеріальних та фінансових ресурсів;
- використання числових оцінок або експертних суджень, коли потрібні показники відсутні або недоступні;
- застосування аналізу чутливості, який надає більшу кількість аналітичних можливостей при розгляді того чи іншого сценарію.

Результати досліджень

Експериментальні дослідження запропонованого методу проведено на прикладі компанії з продажу автомобілів та комплектуючих запасних частин «Sfera-Avto». У компанії у якості головного стратегічного напрямку логістики обрано мінімізацію циклу замовлення клієнтів і виходячи з його змісту визначено десять найбільш важливих ключових індикаторів покращення яких сприятиме досягненню визначеної цілі:

- 1) I_1 – частка вчасно виконаних замовлень;
- 2) I_2 – рівень використання логістичної інфраструктури;
- 3) I_3 – сума штрафів через невиконання умов постачання;
- 4) I_4 – динаміка кількості виконаних замовлень;
- 5) I_5 – % зривів строків постачання;
- 6) I_6 – рівень запасів затребуваних товарів;
- 7) I_7 – витрати складування одиниці товару;
- 8) I_8 – середній час циклу замовлення;
- 9) I_9 – точність та повнота вантажообробки;
- 10) I_{10} – операційні логістичні витрати на одиницю товару

Для обґрунтованого використання визначених показників при вирішенні обраної стратегічної задачі логістики необхідно провести їх оцінку, співставивши ключові індикатори із конкретними критеріями, на основі якої будуть прийматися подальші управлінські рішення. До таких критеріїв нами віднесено:

- 1) C_1 – тривалість циклу виконання замовлення клієнта;
- 2) C_2 – відхилення у термінах виконання замовлення клієнта;
- 3) C_3 – логістичні витрати на виконання замовлення клієнта;
- 4) C_4 – час реакції на потреби клієнтів;
- 5) C_5 – середній рівень запасів компанії;

Критерії C_1 - C_5 дозволять оцінити найбільш суттєві параметри логістичної діяльності компанії: швидкість та тривалість виконання замовлення клієнта, стійкість та гнучкість логістики, величину поточних активів та ефективність виконання логістичних операцій.

Застосуємо МАІ для вирішення конкретних завдань. Для цього:

- на першому етапі експертній групі встановимо пріоритети параметрів, що демонструють основні особливості маркетингової та логістичної стратегій підприємства. Структуруємо розв'язувану задачу у вигляді ієрархії. Для цього визначимо три рівні ієрархії: цілі, критерії та альтернативи. У нашому випадку сама постановка стратегічного завдання логістики – мінімізація циклу замовлення клієнтів –

виступатиме як мета. Перелічені вище п'ять показників (C₁-C₅) виступатимуть критеріями. Нарешті, ключові індикатори (I₁-I₁₀) будуть представляти альтернативи досягнення поставленої мети.

Графічна формалізація задачі представлена на рис. 3.

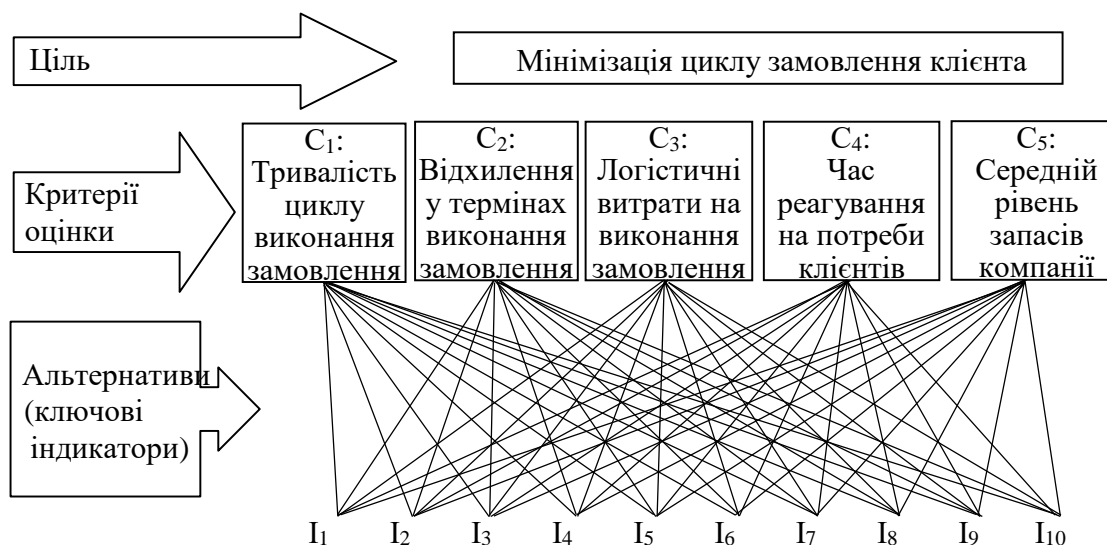


Рис. 3. Ієрархія для вибору комплексу базових логістичних послуг при формуванні логістичного сервісу.

– на другому етапі перед виконанням процедури попарних порівнянь елементів для кожного рівня ієрархії оцінимо альтернативи, що розглядаються, на їх оптимальність за Парето. І виключимо з аналізу ті альтернативи, які є завідомо програшними (не оптимальними за Парето). Для цього використовуємо таблицю 2 з показниками логістичної діяльності компанії «Sfera-Avto», формалізовану відповідно до структури задачі, показаної на рис 3, для критеріїв та альтернатив.

Таблиця 2

Показники значень критеріїв C₁-C₅ для альтернатив I₁-I₁₀

Альтернативи (ключові індикатори)	Критерії / одиниці виміру				
	C ₁ , неділь	C ₂ , неділь	C ₃ , млн. грн./рік	C ₄ , неділь	C ₅ , млн. грн./рік
I ₁	2	± 3,5	3	3,5	8
I ₂	5	± 3	1,5	3	7
I ₃	4,5	± 4	1,7	1,5	7
I ₄	5,5	± 2	2,2	3,5	10
I ₅	5,5	± 2	4	2,5	11
I ₆	5,5	± 1	2,2	3,5	10
I ₇	1	± 2	3	2,5	12
I ₈	8	± 4	2,5	3,5	3
I ₉	6,5	± 3	3,5	4	7
I ₁₀	5	± 3	2	3,5	5

Зваживши на напрям оптимізації для усіх критеріїв – мінімізація – можемо помітити, що при співставленні декілька альтернатив є домінуючими над іншими. Так альтернативи I₂ та I₆ домінують над I₉ та I₄ відповідно. Отже останні можемо виключити

з подальшого розгляду.

– на третьому етапі проводимо попарні порівняння елементів кожного рівня попарно порівнюючи важливості альтернатив по кожному параметру, а саме:

1) порівнюємо між собою важливість критеріїв з огляду на можливість досягнення мети (реалізується з урахуванням ставлення ОПР до таких показників)

Для цього кожному i -му параметру обчислюємо власний вектор, який дорівнює середньо-геометричному кореню добутку пріоритетів рядка матриці попарного порівняння.

$$y_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n v_{ij}} \quad (2)$$

2) порівнюємо між собою показники альтернатив за кожним критерієм з огляду на їх значущість (це також реалізується з урахуванням ставлення ОПР до таких показників). Для цього обчислюємо власний нормалізований вектор, який показує внесок кожного параметра у досягнення мети:

$$y_{in} = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^n y_i} \quad (3)$$

Що дає можливість визначити ваги для кожного з критеріїв, а також коефіцієнти важливості для кожної альтернативи в розрізі відповідного критерію. Зазначені порівняння проводимо з використанням 10-бальної шкали.

Отримані дані оформлюємо у вигляді таблиць порівнянь. Враховуючи, що необхідно зіставити значущість самих критеріїв (між собою), а також значимість показників альтернатив по кожному з критеріїв, у межах завдання буде 8 таблиць із зазначеними попарними порівняннями. При зіставленні значень переводимо цифрові значення у лінгвістичну форму (рівна важливість; помірна перевага; значна перевага; сильна перевага; дуже сильна перевага), які згодом для реалізації розрахунків безпосередньо співставляємо з числовими характеристиками (1;3;5;7; 9 та їх проміжними значеннями 2;4;6;8;10 – відповідно). А оскільки аналізованих значень багато – 1 таблиця 5x5 та 5 таблиць 8x8 – і є ризик помилкового сприйняття даних, попарні порівняння перевіряємо на узгодженість. Для цього розраховуємо індекс узгодженості (ІУ) запропонований Т. Сааті та К. Керісом [15], значення якого має прагнути до «0».

$$\delta = \frac{\lambda_{\max} - k}{k - 1} \quad (4)$$

де λ_{\max} – головне значення матриці парних порівнянь;

k – порядок квадратної матриці.

Для нашого завдання було визначено, що індекс узгодженості не має перевищувати 0,1.

Результати попарних порівнянь важливості заданих критеріїв (для досягнення мети) представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Результати попарних порівнянь важливості заданих критеріїв

Критерії	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	Власний вектор	Вага критерію, w _i (%)
C ₁	1	9	5	7	3	5	9
C ₂	1/9	1	1/5	1/3	1/7	1/5	1
C ₃	1/5	5	1	3	1/3	1	5
C ₄	1/7	3	1/3	1	1/5	1/3	3
C ₅	1/3	7	3	5	1	3	7

Результати попарних порівнянь значимості показників аналізованих альтернатив щодо критерію C_1 подані у таблиці 4.

Таблиця 4

Оцінка альтернатив за критерієм « C_1 : тривалість циклу виконання замовлення клієнта»

	I_1	I_2	I_3	I_5	I_6	I_7	I_8	I_{10}	Власний вектор	Важливість альтернативи, V_{IjC1} (%)
I_1	1	4	7	7	1/2	9	5	9	3,93	24
I_2	1/4	1	3	3	1/4	5	2	5	1,34	9
I_3	1/7	1/3	1	1	1/6	3	1/2	3	0,57	4
I_5	1/7	1/3	1	1	1/6	3	1/2	3	0,54	3
I_6	2	4	6	6	1	9	5	9	4,21	27
I_7	1/9	1/5	1/3	1/3	1/9	1	1/4	1	0,27	2
I_8	1/5	1/2	2	2	1/5	4	1	4	0,89	5
I_{10}	1/9	1/5	1/3	1/3	1/9	1	1/4	1	0,27	2

Таблиця 5

Розрахунок пріоритетності вибору сукупності ключових показників для одного із стратегічних завдань логістики при формуванні логістичного сервісу

	Вага критерію					Пріоритет альтернативи, %
	w_{C1}	w_{C2}	w_{C3}	w_{C4}	w_{C5}	
	0,42	0,03	0,12	0,05	0,24	
Альтернативи	Коефіцієнти важливості альтернатив за кожним критерієм					
	V_{IjC1}	V_{IjC2}	V_{IjC3}	V_{IjC4}	V_{IjC5}	
I_1	0,24	0,05	0,02	0,03	0,05	15,46
I_2	0,09	0,03	0,12	0,39	0,10	11,99
I_3	0,03	0,16	0,02	0,15	0,02	3,81
I_5	0,04	0,26	0,07	0,03	0,03	5,28
I_6	0,27	0,16	0,02	0,15	0,01	13,39
I_7	0,02	0,02	0,04	0,03	0,30	9,25
I_8	0,18	0,02	0,21	0,08	0,10	13,61
I_{10}	0,02	0,16	0,31	0,03	0,10	9,40

Порівняння показників інших критеріїв ($C_2 - C_5$) проводиться аналогічно. Вага критеріїв та значимість показників альтернатив за критеріями для зручності сприйняття інформації наведені у відсотках. У розрахунках використовуються дані значення у частках одиниці. Результати порівнянь у всіх таблицях перевірено на узгодженість. При цьому у всіх випадках було виконано вимогу $IV < 0,1$.

– на четвертому етапі обчислюємо кількісні показники для ухвалення рішення. Кількісні показники, що цікавлять нас, для прийняття рішення називають пріоритетами альтернатив. При цьому чим більше пріоритет, тим кращою для ОПР є альтернатива. Пріоритети альтернатив розраховуються за такою формулою:

$$V_j = \sum(w_i \times V_{IjC_i}), \quad (5)$$

де V_j – пріоритет j -ї альтернативи $\{1, \dots, 10\}$;

w_i – вага або важливість i -го критерію $\{1, \dots, 5\}$;

V_{ijCi} – значимість показника j -ї альтернативи за i -м критерієм.

Розрахунки за цією формулою представлені у таблиці 5, підсумкові значення вказані в останньому стовпці. Найбільш пріоритетне значення виділено жирним шрифтом.

Для реалізації стратегічного завдання логістики компанії «Sfera-Avto» – «Мінімізація циклу замовлення клієнта» оптимальна (найприйнятніша) система логістичного сервісу включає такі цільові показники, як «Частка своєчасно виконаних замовлень», «Середній час циклу замовлення» та «Рівень запасів затребуваних товарів; Зауважимо, що для інших ОПР (з іншими перевагами) вибір сукупності ключових показників може бути іншим. Це можна віднести до переваг запропонованого підходу оптимізації багатокритеріальних рішень, оскільки, вибір таких завдань оптимізації залежить від системи переваг ОПР.

Варто зазначити, що найкраща альтернатива A_1 значно (на 2%) випереджає наступні за пріоритетністю комплекси логістичних послуг (альтернативи I_8 та I_6). При цьому усі вони безпосередньо стосуються тривалості циклу виконання замовлення, що відповідає назві стратегічного завдання логістики та логіці прийняття рішень. До того ж найкраща альтернатива прямо стосується своєчасності виконання замовлень. Це, до речі, зрозуміло на змістовному або вербальному рівні, враховуючи категорію товарів – комплектуючі, що приносять найбільший прибуток з ціни реалізації (високо маржинальні товари з високою оборотністю) і з обсягу (низько маржинальні товари з високою оборотністю).

Висновки

1. При оптимізації системи логістичного сервісу необхідно враховувати низку факторів, що впливають на діяльність компанії, але які неможливо точно визначити. До них відносяться стратегія компанії, характеристики діяльності клієнтів, конкурентів, постачальників і безпосередньо самої компанії – постачальника логістичних послуг.

2. В роботі запропоновано методіку оптимізації системи логістичного сервісу побудовану за методологію МАІ в межах загальної політики обслуговування клієнтів. Її апробація на прикладі компанії «Sfera-Avto» показала, що обрана операційна політика у сфері обслуговування клієнтів, з огляду на найбільш значимі альтернативи I_1 «Частка своєчасно виконаних замовлень» з пріоритетом 15,46%, I_8 «Середній час циклу замовлення» з пріоритетом у 13,61%, та I_6 , «Рівень запасів затребуваних товарів» з пріоритетом у 13,39%, найбільш відповідають визначеному стратегічному завданню логістики «Мінімізація циклу замовлення клієнта». Зроблений вибір відображається в логістиці компанії від стратегічного рівня (побудова стратегічної карти підрозділу логістики та формування збалансованої системи показників логістики) до операційного рівня (виконання логістичних операцій у рамках реалізованих бізнес-процесів).

Список використаних джерел

1. Hussein A, Gruchmann T., Melkonyan A. Assessing the impact of sustainable logistics service quality on relationship quality: Survey-based evidence in Egypt, *Cleaner Logistics and Supply Chain*, Volume 4, 2022, 100036.;

2. Do Q. H., Kim T. Y., Wang X. Effects of logistics service quality and price fairness on customer repurchase intention: The moderating role of cross-border e-commerce experiences, *Journal of Retailing and Consumer Services*, Volume 70, 2023, 103165/;

3. Logistics Service Quality, Customer Satisfaction and Retention: Moderating Effects of Technological Capability. (2024). *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 13(5), 163. <https://doi.org/10.36941/ajis-2024-0158>
4. Kong J., Chen Z., Liu X. A Review of Logistics Pricing Research Based on Game Theory. *Sustainability* 2022, 14, 10520. <https://doi.org/10.3390/su141710520>
5. Liu H., Zhao Y. Research on Manufacturers' Logistics Strategy Selection in the Context of E-Commerce. *Systems* 2023, 11 324. <https://doi.org/10.3390/systems11070324>;
6. Zagurskiy O., Savchenko L., Ohienko A., Zagurska S., Domin O. Methodology for the formation of the company's logistics service system. Proceedings of 23st International Scientific Conference Engineering for Rural Development 22-24.05.2024 Jelgava, LATVIA. 105-112. URL. <https://www.tf.lbtu.lv/conference/proceedings2024/>
7. Thompson A.A, Strickland A.J. *Strategic Management: Concepts and Cases*. McGraw-Hill/Irwin, 2003. 450.
8. Anaba D., Kess-Momoh A., Ayodeji S. Optimizing supply chain and logistics management: A review of modern practices. *Open Access Research Journal of Science and Technology*. 2024. 11. 020-028. 10.53022/oarjst.2024.11.2.0083.
9. Nnaji U., Benjamin L., Eyo-Udo N., Etukudoh E. Effective cost management strategies in global supply chains. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*. 2024. 6. 945-953. 10.51594/ijarss.v6i5.1146.
10. Sang T. T., Minh Thu N., Hoang Khoi T., Thi Kim Huong N., Lan L.T.N., Van Thanh N. The Optimization of Transportation Costs in Logistics Enterprises during the Covid-19 Pandemic. *ARRUS Journal of Mathematics and Applied Science*, 2021. 1(2), 62-71.
11. Saaty T.L. *The Hierarchon: A Dictionary of Hierarchies*. Pittsburgh, Pennsylvania : RWS Publications, 1996. 510.
12. Ahmed S., El-Sayegh S. Critical Review of the Evolution of Project Delivery Methods in the Construction Industry. *Buildings* 2021, 11, 11. <https://doi.org/10.3390/buildings11010011>
13. Chaube S., Kumar A., Singh M., Kotecha K., Kumar A. An Overview of Multi-Criteria Decision Analysis and the Applications of AHP and TOPSIS Methods. *International Journal of Mathematical Engineering and Management Sciences*. 2024. 9. 581-615. 10.33889/IJMEMS.2024.9.3.030.
14. Saarikoski H., Mustajoki J., Barton D.N., Geneletti D., Langemeyer J., Gomez-Baggethun E., Marttunen M., Antunes P., Keune H., Santos R. Multi-Criteria Decision Analysis and Cost-Benefit Analysis: Comparing alternative frameworks for integrated valuation of ecosystem services, *Ecosystem Services*, Volume 22, Part B, 2016, 238-249.
15. Saaty T.L., Kearns K.P. *Analytical Planning. The Organization of Systems*. Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt, 1985. 208.

References

1. Hussein A., Gruchmann T., Melkonyan A. (2022) Assessing the impact of sustainable logistics service quality on relationship quality: Survey-based evidence in Egypt, *Cleaner Logistics and Supply Chain*, Volume 4, 100036.
2. Do Q. H., Kim T. Y., Wang X. (2023) Effects of logistics service quality and price fairness on customer repurchase intention: The moderating role of cross-border e-commerce experiences, *Journal of Retailing and Consumer Services*, Volume 70, 103165/.
3. Logistics Service Quality, Customer Satisfaction and Retention: Moderating Effects of Technological Capability. (2024). *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 13(5), 163. <https://doi.org/10.36941/ajis-2024-0158>

4. Kong J., Chen Z., Liu X. (2022) A Review of Logistics Pricing Research Based on Game Theory. *Sustainability*, 14, 10520. <https://doi.org/10.3390/su141710520>
5. Liu H., Zhao Y. (2023) Research on Manufacturers' Logistics Strategy Selection in the Context of E-Commerce. *Systems* 11. 324. <https://doi.org/10.3390/systems11070324>;
6. Zagurskiy O., Savchenko L., Ohiienko A., Zagurska S., Domin O. (2024) Methodology for the formation of the company's logistics service system. Proceedings of 23st International Scientific Conference Engineering for Rural Development 22-24.05.2024 Jelgava, LATVIA. 105-112. URL. <https://www.tf.lbtu.lv/conference/proceedings2024/>
7. Thompson A.A, Strickland A.J. (2003) Strategic Management: Concepts and Cases. McGraw-Hill/Irwin, 2003. 450.
8. Anaba D., Kess-Momoh A., Ayodeji S. (2024) Optimizing supply chain and logistics management: A review of modern practices. *Open Access Research Journal of Science and Technology*. 11. 020-028. 10.53022/oarjst.2024.11.2.0083.
9. Nnaji U., Benjamin L., Eyo-Udo N., Etukudoh E. (2024) Effective cost management strategies in global supply chains. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*. 6. 945-953. 10.51594/ijarss.v6i5.1146.
10. Sang T. T., Minh Thu N., Hoang Khoi T., Thi Kim Huong N., Lan L.T.N., Van Thanh N. (2021) The Optimization of Transportation Costs in Logistics Enterprises during the Covid-19 Pandemic. *ARRUS Journal of Mathematics and Applied Science*, 2021. 1(2), 62-71.
11. Saaty T. L. (1996) *The Hierarchon: A Dictionary of Hierarchies*. Pittsburgh, Pennsylvania : RWS Publications, 10.
12. Ahmed S., El-Sayegh S. (2021) Critical Review of the Evolution of Project Delivery Methods in the Construction Industry. *Buildings* 11, 11. <https://doi.org/10.3390/buildings11010011>
13. Chaube S., Kumar A., Singh M., Kotecha K., Kumar A. (2024) An Overview of Multi-Criteria Decision Analysis and the Applications of AHP and TOPSIS Methods. *International Journal of Mathematical Engineering and Management Sciences*. 9. 581-615. 10.33889/IJMEMS.2024.9.3.030.
14. Saarikoski H., Mustajoki J., Barton D.N., Geneletti D., Langemeyer J., Gomez-Baggethun E., Marttunen M., Antunes P., Keune H., Santos R. (2016) Multi-Criteria Decision Analysis and Cost-Benefit Analysis: Comparing alternative frameworks for integrated valuation of ecosystem services, *Ecosystem Services*, Volume 22, Part B, 238-249.
15. Saaty T.L., Kearns K.P. (1985) *Analytical Planning. The Organization of Systems*. Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt, 1985. 208.
16. Wang S., Yu Z., Wang J., Chen S. (2023). Research on CNN-LSTM brake pad wear condition monitoring based on gto multi-objective optimization. *Actuators*. Vol. 12. P. 301. <https://doi.org/10.3390/act12070301>.
17. Wei L., Choy Y.S., Cheung C.S. (2019). A study of brake contact pairs under different friction conditions with respect to characteristics of brake pad surfaces, *Tribology International*. Vol. 138. P. 99–110.