

Олександр М. Олійник, Наталія М. Коваленко, Ольга О. Головань
**АДАПТАЦІЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИКОЮ
 НА ПІДПРИЄМСТВАХ З ВИКОРИСТАННЯМ
 АСИМПТОТИЧНИХ МЕТОДІВ**

У статті здійснено моделювання логістичних процесів на підприємстві в умовах замовлення широкої номенклатури продукції в одного постачальника за допомогою асимптотичних методів. За умов змінних витрат на постачання отримано модель, що дозволяє адаптувати логістичну систему підприємства до сучасних умов господарювання. Апробація запропонованої моделі на умовних даних виявила її ефективність та практичну значущість.

Ключові слова: управління логістикою; транспортні витрати; метод збурень; асимптотичний метод.

Форм. 11. Рис. 1. Табл. 2. Літ. 12.

Александр Н. Олейник, Наталия Н. Коваленко, Ольга А. Головань
**АДАПТАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ
 НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
 АСИМПТОТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

В статье осуществлено моделирование логистических процессов на предприятии в условиях заказа широкой номенклатуры продукции у одного поставщика с помощью асимптотических методов. В условиях, когда затраты на поставку являются переменными, получена модель, позволяющая адаптировать логистическую систему предприятия к современным условиям хозяйствования. Апробация предложенной модели на условных данных выявила ее эффективность и практическую значимость.

Ключевые слова: управление логистикой; транспортные расходы; метод возмущений; асимптотический метод.

Oleksandr M. Oliynyk¹, Nataliya M. Kovalenko², Olga O. Golovan³
**ADAPTATION OF LOGISTICS MANAGEMENT SYSTEMS
 USING ASYMPTOTIC METHODS**

The article provides modelling of logistics processes in the company under the need for a broad range of order from a single supplier by means of using asymptotic methods. The model allows adapting the logistics system to current economic conditions under variable costs of delivery. Testing the proposed model on conventional data shows its effectiveness and practical significance.
Keywords: logistics management; transportation costs; perturbation method; asymptotic method.

Постановка проблеми. Конкурентні позиції певної компанії на ринку, а також ефективність її господарської діяльності залежать від застосування методів менеджменту, що довели свою результативність у різних сферах діяльності, в т.ч. в управлінні логістикою. Розв'язання великої кількості прикладних завдань менеджменту логістики на підприємстві можливе за допомогою моделювання. Процес моделювання логістичних процесів представляє собою формалізацію складних економічних відносин, що дозволяє виявити особливості функціонування певного об'єкта і на цій основі — передбачити його поведінку при зміні певних параметрів. При цьому варто враховувати, що

¹ Zaporizhzhya National University, Ukraine.

² Zaporizhzhya National University, Ukraine.

³ Zaporizhzhya National University, Ukraine.

вихідні параметри моделі певною мірою спрощено відбивають сутність тих глибинних процесів економічного розвитку, які притаманні об'єкту моделювання. У побудованій моделі взаємозв'язки змінних параметрів можуть бути оцінені кількісно, що дозволяє прогнозувати стан об'єкти моделювання більш точно та надійно. Для будь-якого об'єкта управління логістикою на підприємстві можливість прогнозування означає мінімізацію витрат та підвищення конкурентоспроможності компанії. Хоча економіко-математичне моделювання економічних процесів практично застосовується в різних сферах діяльності підприємств, тільки в останні роки фахівці почали адаптувати ці методи до проблем управління логістичною системою на підприємствах.

Аналіз останніх публікацій. Використання сучасних концепцій управління логістикою та моделювання логістичних систем досліджені відомими іноземними науковцями, серед яких слід виділити праці: Д. Вумека [2], Е. Голдратт [3], Д. Джонса [2], В. Лукинського [8], Д.Л. Майкла [7] та ін. Серед вітчизняних авторів особливої уваги потребують дослідження Т. Колодизєва [5], А. Коломицева [6], Г.С. Панасьянц [5], В. Яковенко [6], які основну увагу приділяють логістичній стратегії промислового підприємства.

Проблемам моделювання логістичних процесів присвячено праці І. Ананако [12], В. Смирчинського [11], І. Струтинської [11], В. Шинкаренка [12] та ін. Сучасні теоретико-методичні підходи до моделювання логістичних процесів відзначаються використанням переважно традиційних економіко-математичних моделей, які не передбачають застосування сучасного математичного апарата. У випадку, коли параметри вихідної логістичної системи зазнають незначних змін, для аналізу «збуреної» системи доцільно використовувати асимптотичні методи, що дозволяють розв'язувати задачі в невеликих межах зміни параметрів логістичної системи. Перевагою даних методів є їх простота та точність. Розвиток асимптотичних теорій висвітлено в працях таких провідних вчених: І. Андріанов [1], В. Гришак [4], Л. Маневич [1], А. Найфе [9], О. Орлов [10] та ін.

Метою дослідження є визначення напрямків адаптації системи управління логістикою з використанням асимптотичних методів, а саме розв'язання прикладної задачі оптимізації процесу замовлення компанією певної продукції при збуренні параметрів модельованої системи, а також аналіз її чутливості до зміни певних параметрів.

Основні результати дослідження. За наявності в постачальника широкої номенклатури продукції (товарів) постає питання про можливу організацію одночасної поставки споживачу n товарних груп. Аргументами на користь об'єднання різних товарних груп в одне замовлення є, наприклад, вимога постачальника, щоб вартість кожного замовлення була не нижче певної граничної суми; повне завантаження транспортних засобів; зниження витрат на організацію та комплектацію партій, які постачаються клієнту.

Витрати на замовлення, що пов'язані з багатономенклатурною поставкою від одного партнера, можна представити у вигляді двох складових: транспортної складової C_0 , яка визначається, головним чином, вартістю транспортування, і складової C_i , що залежить від обсягу виконуваних на складі операцій при

формуванні замовлення товару i . Для всієї номенклатури у вигляді однієї поставки витрати на замовлення приймають вигляд:

$$C_{\text{замовл}} = C_0 + \sum_{i=1}^n C_i = \sum_{i=0}^n C_i. \quad (1)$$

За умови одночасної поставки n товарних груп рівняння для сумарних витрат залежить від періодичності поставок T і представляється у вигляді [8]

$$C_{\Sigma} = \frac{D}{T} \sum_{i=0}^n C_i + \frac{T}{2D} \sum_{i=1}^n S_i C_{xi} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де S_i — потреба у замовленні i продукту протягом заданого періоду; C_{xi} — витрати на зберігання одиниці i продукції; T — періодичність поставок; D — кількість днів у заданому періоді.

Оптимальне значення періодичності багатомономенклатурної поставки Торт визначається за формулою [8]:

$$T_{\text{opt}} = D \sqrt{\frac{2 \sum_{i=0}^n C_i}{\sum_{i=1}^n S_i C_{xi}}}. \quad (3)$$

Якщо припустити, що за певний період часу транспортна складова витрат на виконання замовлення збільшується на $k\%$, то через n періодів вона сягатиме $C_0 \times (1 + (k\% / 100\%))^n$. Приймаючи за малий параметр збурення відношення $\varepsilon = k\% / 100\%$ ($\varepsilon \ll 1$), маємо залежність транспортної складової витрат на виконання замовлення у вигляді $C_0 \times (1 + \varepsilon)^n$. Використання формули (3) для визначення оптимальної періодичності багатомономенклатурної поставки обмежується великою кількістю припущень, серед яких є умова постійності витрат на виконання замовлення. Внаслідок малості параметра $\varepsilon \ll 1$ можна вважати, що відхилення від початкового значення C_0 є незначним, і ця умова задовольняється.

Підставивши збурене значення транспортної складової витрат на виконання замовлення у формулу (3) та здійснивши розвинення T_{opt}^* за степенями штурно введеного малого параметра ε , маємо

$$(T_0 + T_1 \times \varepsilon + T_2 \times \varepsilon^2 + \dots)^2 = D^2 \frac{\left(2C_0(1 + \varepsilon)^n + 2 \sum_{i=1}^n C_i\right)}{\sum_{i=1}^n S_i \times C_{xi}}. \quad (4)$$

Піднісши до квадрата обидві частини рівності (4) та нехтуючи членами порядку ε^3 і більше, маємо:

$$\begin{aligned} & T_0^2 + 2T_0T_1 \times \varepsilon + T_1^2 \times \varepsilon^2 + 2T_0T_2 \times \varepsilon^2 + \dots = \\ & = D^2 \frac{\left(2C_0\left(1 + n\varepsilon + \frac{n \times (n-1)}{2} \varepsilon^2 + \dots\right) + 2 \sum_{i=1}^n C_i\right)}{\sum_{i=1}^n S_i \times C_{xi}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Прирівнюючи коефіцієнти за однакових ступенях параметра ε , одержуємо рівняння для визначення невідомих T_0 , T_1 , T_2 :

$$\varepsilon^0: T_0^2 = \frac{D^2}{\sum_{i=1}^n S_i \times C_{xi}} \left(2C_0 + 2 \sum_{i=1}^n C_i \right) = D^2 \times \frac{2 \sum_{i=0}^n C_i}{\sum_{i=1}^n S_i \times C_{xi}}; \quad (6)$$

$$\varepsilon^1: 2T_0 \times T_1 = D^2 \times \frac{2C_0 \times n}{\sum_{i=1}^n S_i \times C_{xi}}; \quad (7)$$

$$\varepsilon^2: T_1^2 + 2T_0 \times T_2 = D^2 \times \frac{C_0 \times n \times (n-1)}{\sum_{i=1}^n S_i \times C_{xi}}. \quad (8)$$

Розв'язуючи рівняння (6)–(8), маємо:

$$T_0 = D \sqrt{\frac{2 \sum_{i=0}^n C_i}{\sum_{i=1}^n S_i \times C_{xi}}}; T_1 = D \sqrt{\frac{2 \sum_{i=0}^n C_i}{\sum_{i=1}^n S_i \times C_{xi}}} \times \frac{C_0 \times n}{2 \sum_{i=0}^n C_i};$$

$$T_2 = D \sqrt{\frac{2 \sum_{i=0}^n C_i}{\sum_{i=1}^n S_i \times C_{xi}}} \times \left(\frac{C_0 \times n \times (n-1)}{4 \sum_{i=0}^n C_i} - \frac{C_0^2 \times n^2}{8 \left(\sum_{i=0}^n C_i \right)^2} \right). \quad (9)$$

Асимптотичне представлення оптимального значення періодичності багатомономенклатурної поставки T_{opt}^* набуватиме вигляду (10) або (11):

$$T_{opt}^* = D \sqrt{\frac{2 \sum_{i=0}^n C_i}{\sum_{i=1}^n S_i \times C_{xi}}} \times \left(1 + \frac{C_0 \times n}{2 \sum_{i=0}^n C_i} \times \varepsilon + \left(\frac{C_0 \times n \times (n-1)}{4 \sum_{i=0}^n C_i} - \frac{C_0^2 \times n^2}{8 \left(\sum_{i=0}^n C_i \right)^2} \right) \times \varepsilon^2 \right); \quad (10)$$

$$T_{opt}^* = T_{opt} \times \left(1 + \frac{C_0 \times n}{2 \sum_{i=0}^n C_i} \times \varepsilon + \left(\frac{C_0 \times n \times (n-1)}{4 \sum_{i=0}^n C_i} - \frac{C_0^2 \times n^2}{8 \left(\sum_{i=0}^n C_i \right)^2} \right) \times \varepsilon^2 \right). \quad (11)$$

Можна побачити, що за $\varepsilon = 0$ ми одержуємо граничний перехід до «незбудженого» розв'язку у вигляді (3).

Для порівняння значень «збудженого» та «незбудженого» розв'язків як приклад візьмемо вихідні дані та результати розрахунку, наведені в [8].

«Збурені» значення періодичності багатомономенклатурної поставки T_{opt}^* , що відповідають вихідним даним табл. 1, а також відносні показники зміни періодичності за різних значень параметрів ε та n наведені в табл. 2.

Таблиця 1. Вихідні дані та результати розрахунку багатноменклатурної поставки [8]

Вид продукції	Річна потреба S_i , од.	Витрати на зберігання, C_{xi} , грош. од.	Витрати на виконання замовлення, грош. од.		Оптимальне значення періодичності поставки T_{opt} , діб	Розмір замовлення, $d_i = T_{opt} \times S_i / D$, од.
			C_0	C_i		
I	3000	1,5	18	4	34,1	280
II	2000	0,5	18	2		188

Таблиця 2. Порівняльний аналіз значень оптимальної періодичності багатноменклатурної поставки, авторська розробка

Кількість періодів, n	$\varepsilon = 0,01$		$\varepsilon = 0,15$		$\varepsilon = 0,02$	
	T_{opt}^* / T_{opt}	T_{opt}^*	T_{opt}^* / T_{opt}	T_{opt}^*	T_{opt}^* / T_{opt}	T_{opt}^*
1	1,003743	34,23	1,005609	34,29	1,007472	34,35
2	1,007509	34,36	1,011271	34,48	1,015038	34,61
3	1,011299	34,49	1,016986	34,68	1,022697	34,87
4	1,015113	34,62	1,022753	34,88	1,03045	35,14
5	1,018949	34,75	1,028573	35,07	1,038297	35,41
6	1,022809	34,88	1,034446	35,27	1,046238	35,68
7	1,026693	35,01	1,040372	35,48	1,054272	35,95
8	1,0306	35,14	1,04635	35,68	1,0624	36,23
9	1,03453	35,28	1,052381	35,89	1,070622	36,51
10	1,038484	35,41	1,058465	36,10	1,078938	36,79
11	1,042462	35,55	1,064601	36,30	1,087347	37,08
12	1,046463	35,68	1,070791	36,51	1,09585	37,37

При збільшенні транспортної складової витрат на виконання замовлення з кожним періодом на 1–2% ($\varepsilon = 0,01$; $\varepsilon = 0,02$) періодичність замовлення, наприклад, к 10 періоду збільшується відповідно на 3,8–7,9%, що складатиме 1,3 і 2,8 діб.

Оскільки період між багатноменклатурними поставками збільшується, очевидно, що буде збільшуватись і розмір замовлення в кожній товарній групі. Розміри замовлення по кожній товарній групі в рамках однієї поставки в залежності від періоду та значення ε наведені на рис. 1.

Так, при збільшенні транспортної складової витрат на виконання замовлення з кожним періодом на 1% ($\varepsilon = 0,01$) к 10 періоду обсяг замовлення товарів I-ої товарної групи збільшується на 10 одиниць (3,6%), а обсяг замовлення товарів II-ої групи збільшується на 5 одиниць (2,7%).

Висновки. У дослідженні здійснено моделювання логістичних процесів на підприємстві в умовах, коли компанія має потребу в замовленні широкої номенклатури продукції або товарів в одного постачальника, за допомогою асимптотичних методів. Розв'язання прикладної задачі оптимізації процесу замовлення компанією певної продукції при збуренні параметрів модельованої системи виявило, що при збільшенні транспортної складової витрат на виконання замовлення з кожним періодом на 1–2% періодичність замовлення, наприклад, к 10 періоду збільшується відповідно на 3,8–7,9%, що складатиме 1,3 і 2,7 діб. Моделювання виявило, що при збільшенні транспортної

складової витрат на виконання замовлення з кожним періодом обумовлює необхідність збільшення розміру замовленої партії товарів; обсяг збільшення визначається за допомогою запропонованої моделі варіацією малого параметра зміни витрат. Застосування розробленої моделі дозволить підприємствам підвищити власну конкурентоспроможність на вітчизняних та зарубіжних ринках, та адаптувати власну систему логістики задля якнайкращого задоволення потреб споживачів та недопущення дефіциту поставок.

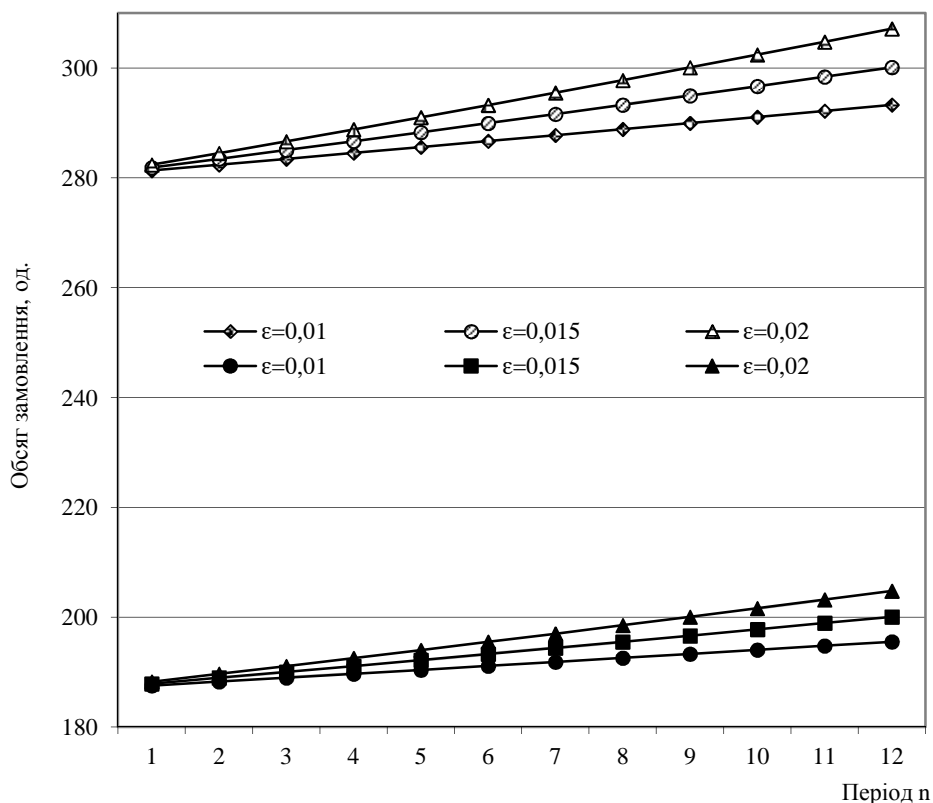


Рис. 1. Залежність зміни розміру замовлення за товарними групами від значень параметрів ϵ та n , авторська розробка

Перспективи подальшого дослідження пов'язані з адаптацією запропонованого асимптотичного підходу до інших логістичних моделей, особливо актуальним це є у випадках коливань транспортних витрат, що наразі спостерігаються в Україні.

1. Андрианов И.В., Маневич Л.И. Асимптология: идеи, методы, результаты. — М.: Аслан, 1994. — 160 с.
2. Вумек Д., Джонс Д. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей фирмы. — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 473 с.
3. Голдратт Э. Синдром стога сена. — Минск: Попурри, 2005. — 73 с.
4. Гришак В.З. Гібридні асимптотичні методи та техніка їх застосування: Монографія. — Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2009. — 226 с.

5. Колодизєва Т.О., Панасьянц Г.С. Моделювання організаційного забезпечення функціонування логістичних систем промислових підприємств // Бізнес-Інформ.— 2012.— №10. — С. 254–259.
6. Коломицева А.О., Яковенко В.С. Моделювання процесів оптимального управління логістичними розподільчими системами // Бізнес-Інформ.— 2012.— №7. — С. 18–21.
7. Майкл Д. «Бережливое производство + шесть сигм» в сфере услуг: Как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса / Пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 402 с.
8. Модели и методы теории логистики: Учеб. пособие / Под ред. В.С. Лукинского. — СПб.: Питер, 2007. — 448 с.
9. Найфэ А.Х. Введение в методы возмущений / Пер. с англ. — М.: Мир, 1984. — 536 с.
10. Орлов А.И. Асимптотические методы статистического контроля // Научный журнал КубГАУ.— 2014.— №102(08) // cyberleninka.ru.
11. Смирчинський В., Струтинська І. Моделювання логістичних потокових процесів у системі державних закупівель для забезпечення державних потреб України в необхідних ресурсах // Галицький економічний вісник.— 2013.— №2. — С. 153–163.
12. Шинкаренко В.Г., Ананакі І.М. Моделювання логістичних бізнес-процесів // Економіка транспортного комплексу: Збірник наук. праць Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т / Редкол.: В.Г. Шинкаренко (голов. ред.) та ін. — Вип. 23. — Х.: ХНАДУ, 2013. — С. 134–144.

Стаття надійшла до редакції 5.11.2015.