



Менеджмент

УДК 664:658.71(339.5):658.782:519.8

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.15189366>

**Асимптотична модель оптимізації імпорتنих закупок на підприємствах
харчової галузі в умовах зміни логістичних витрат**

Головань Ольга Олексіївна

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри бізнес-
адміністрування і менеджменту зовнішньоекономічної діяльності, Запорізький
національний університет, м. Запоріжжя, Україна,
<https://orcid.org/0000-0002-9410-3830>

Олійник Олександр Миколайович

кандидат філософських наук, доцент кафедри бізнес-адміністрування і
менеджменту зовнішньоекономічної діяльності, Запорізький
національний університет, м. Запоріжжя, Україна,
<https://orcid.org/0000-0003-0511-7681>

Сухарева Катерина Володимирівна

кандидат філософських наук, доцент кафедри бізнес-адміністрування і
менеджменту зовнішньоекономічної діяльності, Запорізький
національний університет, м. Запоріжжя, Україна,
<https://orcid.org/0000-0002-3994-2869>

Бікулов Дамір Тагірович

доктор наук з державного управління, професор кафедри бізнес-
адміністрування і менеджменту зовнішньоекономічної діяльності, Запорізький
національний університет, м. Запоріжжя, Україна,
<https://orcid.org/0000-0001-9188-7310>



Воробйова Софія Ігоревна

аспірантка кафедри бізнес-адміністрування і менеджменту

зовнішньоекономічної діяльності, Запорізький

національний університет, м. Запоріжжя, Україна,

<https://orcid.org/0000-0002-7422-8740>

Прийнято: 19.03.2025 | Опубліковано: 29.03.2025

***Анотація.** Наукова робота присвячена розробці на базі асимптотичного підходу моделі оптимізації імпорتنних закупок підприємств харчової галузі в умовах змін зовнішнього середовища. Коливання цін на сировину, зростання витрат на логістику і непередбачувані події на міжнародних ринках ускладнюють планування закупок, у результаті чого традиційні методи оптимізації стають менш ефективними. Метою роботи є розробка аналітичної моделі для оптимізації закупок на підприємствах-імпортерах харчової галузі в умовах зростання цін та логістичних витрат. Запропонований підхід ґрунтується на використанні асимптотичних методів збурень, що дає змогу врахувати поступові зміни закупівельних цін і витрат на доставку та адаптувати модель економічного розміру замовлення до цих змін.*

В роботі на основі класичної моделі економічного розміру замовлення (EOQ) одержані «збурені» формули для визначення розміру замовлення та загальних логістичних витрат. Для урахування змін у витратах на доставку та закупівельних цінах в моделі використано асимптотичні розвинення за малими параметрами збурення, що дало змогу отримати рішення в аналітичному вигляді. Практичне застосування моделі здійснено на прикладі підприємств кавового ринку в Україні, який характеризується значною залежністю від імпорту та значними коливаннями цін. Результати розрахунку порівняно з традиційною моделлю, що дозволило оцінити ефективність запропонованого підходу в умовах динамічних змін.



Дослідження виявило, що зростання закупівельної ціни спричиняє зменшення оптимального розміру замовлення через зростання витрат на зберігання запасів, тоді як збільшення витрат на доставку, навпаки, стимулює підприємства збільшувати обсяги імпорتنих закупок для мінімізації частоти поставок. Порівняння загальних логістичних витрат підтвердило, що запропонована асимптотична модель дозволяє підприємствам більш ефективно адаптувати закупівельну стратегію та зменшити витрати порівняно із традиційними методами.

Результати дослідження підтверджують практичну значущість асимптотичної моделі для управління імпортними закупками в умовах турбулентності. Використання моделі дозволить підприємствам харчової галузі приймати більш обґрунтовані рішення щодо обсягів імпорту та зменшити загальні логістичні витрати.

Ключові слова: імпорт, харчова галузь, ринок кави, асимптотична модель, транспортні витрати, оптимальний розмір замовлення.

Asymptotic model of import purchase optimization at food industry enterprises under the conditions of changes in logistics costs

Olha Holovan

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of
Business Administration and International Management Department, Zaporizhzhia
National University, Zaporizhzhia, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0002-9410-3830>



Oleksandr Oliinyk

Candidate of Philosophy, Associate Professor of Business Administration and
International Management Department, Zaporizhzhia National University,
Zaporizhzhia, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0003-0511-7681>

Kateryna Sukhareva

Candidate of Philosophy, Associate Professor of Business Administration and
International Management Department, Zaporizhzhia National University,
Zaporizhzhia, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0002-3994-2869>

Damir Bikulov

Doctor of Public Administration, Professor of Business Administration and
International Management Department, Zaporizhzhia National University,
Zaporizhzhia, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0001-9188-7310>

Sofiia Vorobiova

Postgraduate student of Business Administration and International
Management Department, Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0002-7422-8740>

Abstract. *The paper is devoted to the development of a model for optimizing food industry enterprises import purchases in the context of changes in the external environment based on the asymptotic approach. Fluctuations in raw material prices, increasing logistics costs and unpredictable events on international markets complicate procurement planning, as a result of which traditional optimization methods become less effective. The aim of the work is to develop an analytical model*



for optimizing purchases at food industry importing enterprises in the context of rising prices and logistics costs. The proposed approach is based on the use of asymptotic perturbation methods, which allows taking into account gradual changes in purchase prices and delivery costs and adapting the economic order size model to these changes.

In the work, based on the classical economic order quantity model (EOQ), “perturbed” formulas for determining the order size and total logistics costs have been obtained. To take into account changes in delivery costs and purchase prices, the model has used asymptotic expansions for small perturbation parameters, which made it possible to obtain a solution in analytical form. The practical application of the model has been carried out on the example of enterprises in the coffee market in Ukraine, which is characterized by significant dependence on imports and significant price fluctuations. The calculation results have been compared with the traditional model, which made it possible to evaluate the effectiveness of the proposed approach in conditions of dynamic changes.

The study has found that an increase in the purchase price causes a decrease in the optimal order size due to an increase in inventory holding costs, while an increase in delivery costs, on the contrary, stimulates enterprises to increase the volume of imported purchases to minimize the frequency of deliveries. The comparison of total logistics costs confirmed that the proposed asymptotic model allows enterprises to more effectively adapt their purchasing strategy and reduce costs compared to traditional methods.

The results of the study confirm the practical significance of the asymptotic model for managing import purchases under turbulent conditions. Using the model will allow food industry enterprises to make more reasoned decisions regarding import volumes and reduce total logistics costs.

Keywords: *import, food industry, coffee market, asymptotic model, transportation costs, economic order quantity.*



Постановка проблеми. Сучасні підприємства харчової галузі стикаються з високим рівнем невизначеності, пов'язаної з коливаннями цін на сировину, змінами логістичних витрат та непередбачуваними подіями на міжнародних ринках. Ефективне управління імпортними поставками на підприємствах харчової галузі вимагає знання попиту, цін на сировину та інших ключових показників, проте складність та динамічність ланцюгів поставок ускладнюють це завдання. В таких умовах традиційні методи оптимізації імпортних поставок можуть виявитися неефективними, і виникає потреба у розробці адаптивних моделей, які б дозволили підприємствам швидко реагувати на зміни у зовнішньому середовищі та мінімізувати їх негативні наслідки. Асимптотичний підхід з його здатністю аналізувати поведінку систем в граничних умовах може бути дієвим інструментом для розробки таких моделей. У зв'язку з цим дослідження можливостей застосування асимптотичного підходу для оптимізації імпортних поставок і розробки адаптивних моделей у сфері закупок на підприємствах харчової галузі є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичним та практичним аспектам управління закупівельною логістикою на українських підприємствах-експортерах та імпортерах різних галузей присвячена значна кількість наукових праць, зокрема [1-7]. У науковій роботі [1] досліджено вплив глобальної економічної нестабільності на імпорту підприємств, розглянуто основні ризики та перешкоди, з якими стикаються імпортери в сучасних умовах, визначено стратегії мінімізації ризиків в імпортній діяльності. У праці [2] обґрунтовано фактори та умови, що впливають на виконання імпортних операцій; виявлено основні проблеми імпортної діяльності; визначено основні ефекти від здійснення імпортної діяльності. У роботі Н. Трушкіної, Т. Сербіної [3] проаналізовано і узагальнено теоретичні засади зовнішньоекономічної діяльності підприємств; досліджено ключові аспекти логістичного забезпечення організації зовнішньоекономічної діяльності суб'єктів господарювання. Г. Шамборовським [4] розглянуто особливості організації логістичних операцій в Україні в умовах



повномасштабного військового вторгнення РФ; виокремленні ключові особливості організації міжнародних логістичних операцій в Україні в умовах війни. У статті Е. Савицького [5], яка присвячена дослідженню впливу оптимізації логістичних процесів на ефективність комерційної діяльності підприємства, проаналізовано процеси постачання, складського управління і транспортування; доведено, що їх оптимізація сприяє зменшенню витрат, покращенню якості обслуговування клієнтів і підвищенню конкурентоспроможності підприємства на ринку. Наукова праця Н. Мащак [6] присвячена актуальним питанням оптимізації логістичних процесів підприємства шляхом впровадження цифрових інновацій, зокрема, визначено вплив процесів діджиталізації та цифрових технологій на транспортно-логістичний сектор України та підтверджено необхідність їх імплементації у логістичні процеси. Наукова робота [7] присвячена аналізу наявних моделей і методів діджиталізації бізнес-процесів закупівель, а також розробці моделі діджиталізації бізнес-процесу закупок hardware для ІТ-компаній. Обґрунтуванню методів управління закупками матеріальних ресурсів сільськогосподарськими підприємствами на основі мінімізації загальних логістичних витрат присвячена робота [8].

Логістичній проблемі оптимізації закупок, зокрема побудові економіко-математичних моделей розрахунку оптимального розміру замовлення та інтервалів між замовленнями, присвячені наукові праці вітчизняних та зарубіжних вчених [9-13]. Г. Старушенко [9] запропоновано узагальнену модель розрахунку оптимального розміру замовлення зі змінними організаційними витратами та витратами на зберігання запасу, а також цифрову модель оптимізації логістичних витрат. В. Турчак, О. Кульганік [10] запропонували підходи до стратегічного планування запасів на основі прогнозування та аналізу ризиків, що дозволяє зменшити вплив непередбачуваних змін на процес постачання. У науковій праці О. Яшкіної, І. Педько [11] запропоновано моделі управління запасами промислових підприємств в умовах очікуваного



підвищення цін на енергоносії. Ума Раджу [12] виявив високий рівень зв'язку між оптимальним розміром замовлення (EOQ) та організаційною ефективністю і запропонував підприємствам засвоїти принципи EOQ та зробити їх невід'ємною частиною свого виробничого процесу. Дослідження [13] виявило, що класична формула EOQ нечасто застосовується на практиці через те, що такі причини, як швидке псування товарів, скорочення викидів CO₂, порушення у ланцюгах поставок тощо можуть її змінити.

Огляд останніх публікацій дозволяє зробити висновок, що такому напрямку, як оптимізація закупок на підприємствах в умовах Індустрії 4.0, EOQ-моделям із значною кількістю обмежень на вхідні параметри, а також проблемі стійкості EOQ приділяється недостатньо уваги, тому розробка моделі оптимізації закупок на підприємствах, коли вхідні параметри зазнають змін, має практичну значущість для адаптації логістичних процесів на підприємствах до змін зовнішнього середовища.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на велику кількість досліджень, присвячених управлінню закупками, проблема розробки моделей оптимізації розміру замовлення за умови змінних вхідних параметрів залишається недостатньо висвітленою. Більшість існуючих EOQ-моделей не враховують поступові зміни витрат і цін, що обмежує ефективність їх застосування у реальних економічних умовах. Відсутність аналітичних інструментів, що здатні моделювати зміну вхідних параметрів, зумовлює потребу у нових підходах. Тому розробка асимптотичної моделі, яка дозволяє враховувати поступове зростання закупівельних цін і витрат на доставку, є важливим кроком до підвищення ефективності управління закупками на підприємствах.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою даної роботи є розробка асимптотичної моделі оптимізації імпорتنих закупок на підприємствах харчової галузі в умовах поступового зростання цін та витрат на доставку.



Відповідно до мети поставлено такі завдання:

1. Визначити основні тенденції змін зовнішніх чинників, що впливають на розвиток ринку кави в Україні.
2. На основі асимптотичного методу збурень розробити модель оптимізації закупок в умовах поступового зростання цін і витрат на доставку та оцінити їх вплив на розмір замовлення та загальні логістичні витрати підприємств-імпортерів кави.

Виклад основного матеріалу дослідження. Харчова галузь, у порівнянні з іншими секторами економіки, є менш чутливою до економічної кризи, причиною якої стало повномасштабне вторгнення РФ в Україну. Одним з найбільш стійких ринків харчової галузі навіть в умовах війни залишається ринок кави. До початку війни у 2021 році споживання кави в Україні становило 3,97% від світового обсягу, а імпорт складав 50 тис. т. [14]. У 2022 році відбулося падіння обсягів імпорту кави на 14,8% у порівнянні з 2021 роком, проте вже у 2023 року відбулося їх незначне зростання (+1,4%), а у 2024 році обсяги імпорту кави збільшилися на 12% (48,4 тис. т) порівняно з попереднім роком, наближуючись до довоєнних показників (рис. 1) [15].

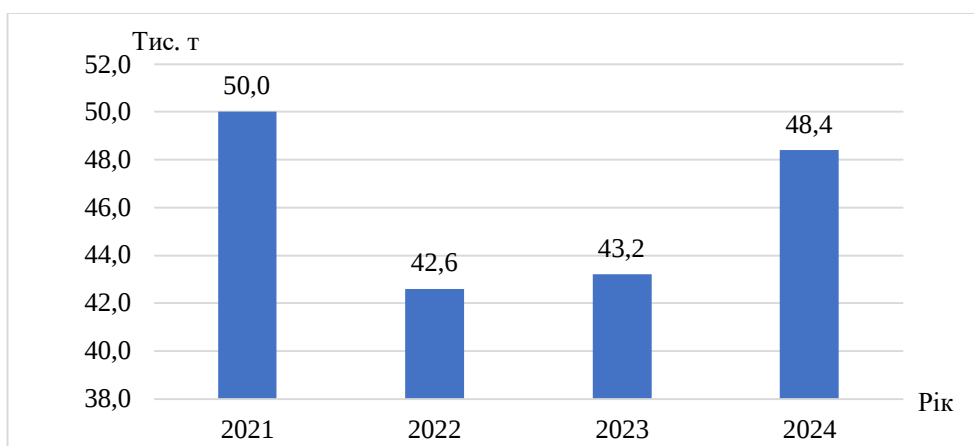


Рис. 1. Обсяги імпорту кави в Україну, 2021-2024 рр.

Джерело: складено авторами на основі аналізу [15]

Війна та збільшення біржових цін на зелену каву вплинули на вартість кави в Україні (рис. 2). Аналізуючи дані, що представлені на рис. 2, можна зробити висновок, що станом на кінець 2024 року ціна кави еспreso в Україні зросла на



84,2% у порівнянні з довоєнним 2021 роком. Основними причинами підвищення ціни на каву в Україні стали: зростання цін на світових біржах через неврожаї у країнах, що є найбільшими постачальниками кави, а також зменшення площі кавових плантацій на фоні зростання світового попиту; збільшення логістичних витрат (зміна шляхів доставки через закриття українських портів); підвищення вартості пакувальних матеріалів; зростання тарифів на водопостачання та електроенергію; загальна інфляція тощо.

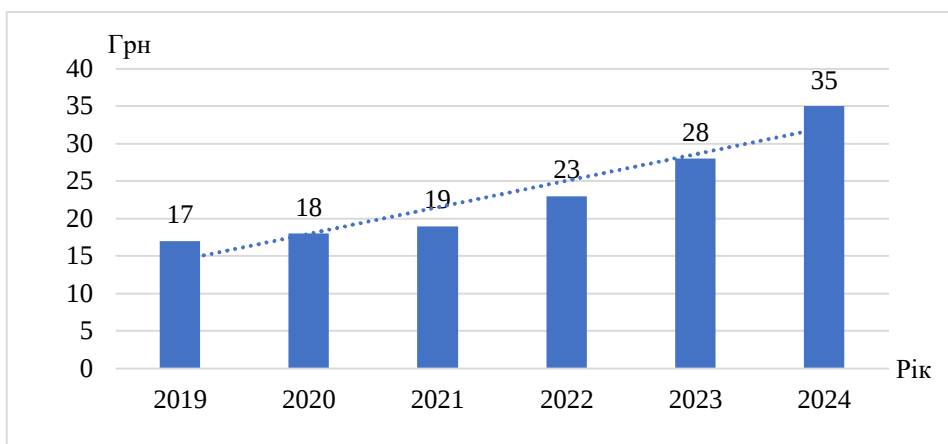


Рис. 2. Середня вартість кави еспreso в Україні, грн

Джерело: складено авторами на основі аналізу [15]

У 2024 року ціни на арабіку були одними з найбільш динамічних на сировинних ринках та зросли приблизно на 70% (рис. 3). У 2025 році очікується подальше зростання світових цін на кавове зерно.



Рис. 3. Динаміка світових біржових цін на каву

Джерело: складено авторами на основі аналізу [16]



Враховуючи прогнози щодо подальшого зростання логістичних витрат в Україні через економічну кризу та підвищення ціни на кавове зерно з боку постачальників, підприємствам-імпортерам доцільно оптимізувати процес закупок з урахуванням ринкових тенденцій. Такими заходами оптимізації можуть бути зміна постачальників, створення страхових запасів, а також оптимізація обсягів замовлення кави.

Оптимізація обсягів замовлення передбачає визначення економічного розміру закупівельної партії, при якому загальні витрати на виконання замовлення та зберігання є мінімальними. Для визначення оптимального розміру партії кави може бути використана формула Уільсона у вигляді (1):

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{2C_0S}{C_u i}}, \quad (1)$$

де q_{opt} – величина замовлення; C_0 – витрати на виконання одного замовлення (транспортні витрати, витрати на навантаження/розвантаження транспортного засобу, вартість оформлення супровідної документації, митні платежі тощо); S – потреба у продукції за певний період часу; C_u – закупівельна ціна продукції; i – витрати на зберігання продукції, що виражені як частка (%) від закупівельної ціни.

Якщо припустити, що за певний період часу витрати на виконання замовлення збільшуються на $k\%$, то через n періодів вони сягатимуть $C_0 \cdot \left(1 + \frac{k\%}{100\%}\right)^n$. Приймавши за малий параметр збурення відношення $\varepsilon = \frac{k\%}{100\%}$, маємо залежність витрат на поставку партії продукції у вигляді $C_0 \cdot (1 + \varepsilon)^n$, ($\varepsilon \ll 1$). Застосування формули (1) для визначення оптимального розміру замовлення обмежується значною кількістю припущень, серед яких – умова постійності витрат на виконання замовлення. Оскільки параметр ε достатньо малий, то можна вважати, що відхилення від початкового значення C_0 є незначним, і ця умова задовольняється.

Як було зазначено вище, останнім часом спостерігається поступове підвищення цін на кавове зерно через зменшення пропозиції, що спричинено



неврожаєм та скороченням плантацій для вирощування кави. Припустимо, що відпускна ціна кави у зернах збільшується через певні періоди часу на $j\%$. Позначивши величину $\beta = \frac{j\%}{100\%}$ ($\beta < 1$) як малий параметр, зміну закупівельної ціни приймемо у вигляді $C_u(1 + \beta)^m$. Параметр m , який визначає частоту, з якою відбувається зміна закупівельної ціни, а отже й зміна витрат на утримання запасів, може бути менше у порівнянні з параметром n , що характеризує характер зміни витрат на доставку продукції. В пропонованій моделі це припущення можна врахувати, покладаючи $m = \left[\frac{n}{3} \right]$ та ін., де $[]$ – ціла частина числа.

Оптимальний розмір замовлення q_{opt}^* представимо у вигляді асимптотичного розвинення за степенями малих параметрів ε і β :

$$q_{opt}^* = q_0 + q_1 \cdot \varepsilon + q_2 \cdot \beta + q_3 \cdot \varepsilon^2 + q_4 \cdot \varepsilon \cdot \beta + q_5 \cdot \beta^2 + \dots, \quad (2)$$

де $q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5$ – невідомі функції, які необхідно визначити.

Нехтуючи членами порядку $\varepsilon^3, \varepsilon^2\beta, \beta^3$ і вище, підставимо у формулу (1) обрані залежності для витрат на доставку та зберігання запасів, використовуючи розвинення функцій $(1 + \varepsilon)^n$ та $(1 + \beta)^{-m}$ у ряди Тейлора, а також асимптотичне розвинення (2), і, прирівнюючи коефіцієнти при однакових степенях параметрів ε і β , отримуємо систему рівнянь (3)-(8) для визначення невідомих функцій $q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5$:

$$\varepsilon^0: \quad q_0^2 = \frac{2C_0S}{C_{ui}}, \quad (3)$$

$$\varepsilon^1: \quad 2q_0q_1 = n \frac{2C_0S}{C_{ui}}, \quad (4)$$

$$\beta^1: \quad 2q_0q_2 = -m \frac{2C_0S}{C_{ui}}, \quad (5)$$

$$\varepsilon^2: \quad q_1^2 + 2q_0q_3 = \frac{n(n-1)}{2} \frac{2C_0S}{C_{ui}}, \quad (6)$$

$$\varepsilon\beta: \quad 2q_0q_4 + 2q_1q_2 = -nm \frac{2C_0S}{C_{ui}}, \quad (7)$$

$$\beta^2: \quad q_2^2 + 2q_0q_5 = \frac{m(m+1)}{2} \frac{2C_0S}{C_{ui}}. \quad (8)$$

Розв'язками системи (3)-(8) будуть такі функції:



$$\begin{aligned} q_0 &= \sqrt{\frac{2C_0S}{C_{ui}}}, & q_1 &= \frac{n}{2} \sqrt{\frac{2C_0S}{C_{ui}}}, & q_2 &= -\frac{m}{2} \sqrt{\frac{2C_0S}{C_{ui}}}, \\ q_3 &= \frac{(n^2-2n)}{8} \sqrt{\frac{2C_0S}{C_{ui}}}, & q_4 &= -\frac{nm}{4} \sqrt{\frac{2C_0S}{C_{ui}}}, & q_5 &= \frac{(m^2+2m)}{8} \sqrt{\frac{2C_0S}{C_{ui}}} \end{aligned} \quad (9)$$

Підставивши знайдені функції (9) у розвинення (2), отримаємо аналітичні вирази для визначення оптимального розміру замовлення кави за умови поступово зростаючої ціни та витрат на доставку:

$$q^*_{opt} = \sqrt{\frac{2C_0S}{C_{ui}}} \cdot \left(1 + \frac{n}{2}\varepsilon - \frac{m}{2}\beta + \frac{(n^2-2n)}{8}\varepsilon^2 - \frac{nm}{4}\varepsilon\beta + \frac{(m^2+2m)}{8}\beta^2\right), \quad (10)$$

$$q^*_{opt} = q_{opt} \left(1 + \frac{n}{2}\varepsilon - \frac{m}{2}\beta + \frac{(n^2-2n)}{8}\varepsilon^2 - \frac{nm}{4}\varepsilon\beta + \frac{(m^2+2m)}{8}\beta^2\right). \quad (11)$$

Проаналізуємо, як змінюватиметься оптимальний розмір замовлення, якщо ціна на каву та витрати на доставку будуть зростати протягом деякого періоду часу. В табл. 1 наведені відносні показники зміни розміру замовлення при різних значеннях параметрів ε і β , що визначають амплітуду збільшення витрат на доставку та закупівельної ціни відповідно.

Таблиця 1

Зміни оптимального розміру замовлення при зростанні ціни та витрат на доставку, $m = \left\lfloor \frac{n}{3} \right\rfloor$

Період		$\varepsilon = 0,02, \beta = 0,1$		$\varepsilon = 0,02, \beta = 0,15$		$\varepsilon = 0,05, \beta = 0,15$	
n	m	$\frac{q^*_{opt}}{q_{opt}}$	%	$\frac{q^*_{opt}}{q_{opt}}$	%	$\frac{q^*_{opt}}{q_{opt}}$	%
0	0	1,000	0,0	1,000	0,0	1,000	0,0
1	0	1,010	+1,0	1,010	+1,0	1,025	+2,5
2	0	1,020	+2,0	1,020	+2,0	1,050	+5,0
3	1	0,982	-1,8	0,961	-3,9	1,004	+0,4
4	1	0,992	-0,8	0,971	-2,9	1,028	+2,8
5	1	1,002	+0,2	0,980	-2,0	1,054	+5,4
6	2	0,965	-3,5	0,925	-7,5	1,008	+0,8
7	2	0,975	-2,5	0,934	-6,6	1,032	+3,2
8	2	0,984	-1,6	0,943	-5,7	1,058	+5,8
9	3	0,948	-5,2	0,890	-11,0	1,011	+1,1
10	3	0,958	-4,2	0,899	-10,1	1,036	+3,6
11	3	0,967	-3,7	0,907	-9,3	1,061	+6,1
12	4	0,932	-6,8	0,858	-14,2	1,015	+1,5

Джерело: власна розробка авторів



Аналізуючи результати розрахунків, які наведені у табл. 1, можна зробити висновок, що при відсотковому збільшенні ціни на каву (тобто при збільшенні параметра β) оптимальний розмір замовлення зменшуватиметься, оскільки зростатимуть витрати на зберігання. Так, при фіксованих значеннях параметрів $\varepsilon=0,02$, $n=3$, $m=1$ розмір замовлення зменшується порівняно з початковим періодом на 1,8% при $\beta=0,1$, у той час як при $\beta=0,15$ – на 3,9%; при $\varepsilon=0,02$, $n=6$, $m=2$ оптимальний розмір замовлення зменшуватиметься на 3,5% та 7,5% при $\beta=0,1$ та $\beta=0,15$ відповідно.

Відсоткове збільшення витрат на доставку призводить до збільшення розміру замовлення. Так, при значеннях параметрів $\beta=0,15$, $n=2$, $m=0$, тобто у той період, коли закупівельна ціна на каву залишається ще незмінною, відсоткове зростання витрат на доставку (тобто збільшення параметра ε) збільшує розмір замовлення на 2% при $\varepsilon=0,02$ і на 5% при $\varepsilon=0,05$.

Характер зміни розміру замовлення (10) відносно класичного значення, що відповідає формулі Уільсона (1), у залежності від поступово зростаючих витрат на доставку та закупівельної ціни наведений на рис. 4.

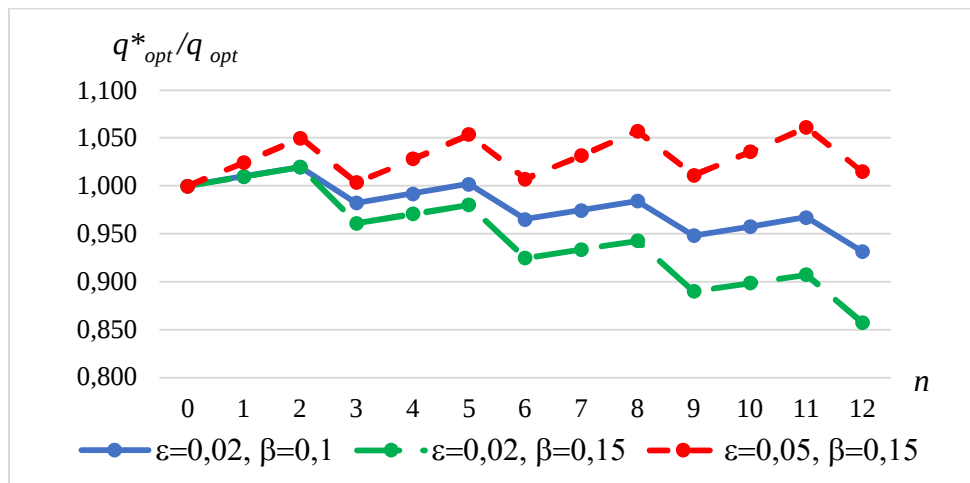


Рис. 4. Характер зміни розміру замовлення кави у залежності від поступово зростаючих витрат на доставку та закупівельної ціни

Джерело: розроблено авторами



При плануванні імпорتنих закупок кавового зерна українським компаніям доцільно враховувати вплив підвищення вартості доставки та закупівельної ціни на розмір замовлення з метою оптимізації загальних витрат. Загальні витрати на виконання замовлення та зберігання продукції TC^* (12), які відповідають збуреному розміру замовлення (10), є менше відповідних витрат (13) для «класичного» розміру замовлення, що визначається за формулою Уільсона (1)

$$TC^*(q_{opt}^*) = \frac{\sqrt{2C_0SC_u i}}{2} \times \left(\Delta + \frac{1}{4}(n\varepsilon - m\beta)^2 \right); \quad (12)$$

$$TC(q_{opt}) = \frac{\sqrt{2C_0SC_u i}}{2} \times \left(\Delta + \frac{1}{2}(n\varepsilon - m\beta)^2 \right), \quad (13)$$

$$\text{де } \Delta = \left(2 + n\varepsilon + m\beta - \frac{n}{2}\varepsilon^2 + mn\varepsilon\beta - \frac{m}{2}\beta^2 \right).$$

У табл. 2 порівнюються показники зміни загальних витрат по відношенню до витрат, що відповідають класичній формулі (1) за умови незмінних вхідних параметрів. Аналізуючи дані табл. 2, можна зазначити, що навіть незначне зростання цін на каву та збільшення вартості доставки призводять до помітного зростання загальних витрат. Зокрема, при $\varepsilon=0,02$, $\beta=0,1$, $n=3$, $m=1$ загальні витрати збільшуються близько на 8% у порівнянні з початковим періодом; при $\varepsilon=0,02$, $\beta=0,1$, $n=6$, $m=2$ – на 16,7%.

Таблиця 2

Порівняльний аналіз відносних загальних витрат за умови зростання
закупівельної ціни та витрат на виконання замовлення

Період		$\varepsilon = 0,02, \beta = 0,1$		$\varepsilon = 0,02, \beta = 0,15$		$\varepsilon = 0,05, \beta = 0,15$	
n	m	$\frac{TC(q_{opt})}{\sqrt{2C_0SC_u i}}$	$\frac{TC(q^*_{opt})}{\sqrt{2C_0SC_u i}}$	$\frac{TC(q_{opt})}{\sqrt{2C_0SC_u i}}$	$\frac{TC(q^*_{opt})}{\sqrt{2C_0SC_u i}}$	$\frac{TC(q_{opt})}{\sqrt{2C_0SC_u i}}$	$\frac{TC(q^*_{opt})}{\sqrt{2C_0SC_u i}}$
0	0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1	0	1,010	1,010	1,010	1,010	1,025	1,025
2	0	1,020	1,020	1,020	1,020	1,051	1,050
3	1	1,081	1,080	1,106	1,105	1,154	1,154
4	1	1,091	1,091	1,116	1,116	1,183	1,182
5	1	1,102	1,102	1,127	1,127	1,213	1,211
6	2	1,168	1,167	1,224	1,220	1,330	1,330
7	2	1,179	1,179	1,235	1,232	1,363	1,362
8	2	1,191	1,190	1,247	1,244	1,396	1,395
9	3	1,262	1,260	1,356	1,347	1,529	1,529



10	3	1,274	1,273	1,368	1,360	1,565	1,565
11	3	1,286	1,285	1,380	1,373	1,603	1,601
12	4	1,363	1,360	1,501	1,485	1,750	1,750

Джерело: власна розробка авторів

Висновки. Розроблена асимптотична модель дозволяє оптимізувати процес імпорتنих закупок на підприємствах харчової галузі, враховуючи тенденції до зростання світових цін та витрат на логістику. Асимптотичний розв'язок у вигляді формули дозволяє визначити оптимальний розмір замовлення кави в умовах поступового зростання витрат на доставку та закупівельних цін і, таким чином, зменшити загальні логістичні витрати. Дослідження виявило, що поступове зростання витрат на доставку на 2% і закупівельних цін на каву на 15% ($\varepsilon=0,02$, $\beta=0,15$) може призводити до зменшення оптимального розміру замовлення на 2,0-14,2% у залежності від періоду порівняно з класичним значенням. Відсоткове збільшення витрат на доставку на 5% ($\varepsilon=0,05$, $\beta=0,15$) призводить до збільшення оптимального розміру замовлення на 0,4-6,1% в різні періоди.

Асимптотична модель дозволяє підприємствам-імпортерам оцінити загальні логістичні витрати в умовах зростання світових цін на продукцію і витрат на транспортування та мінімізувати їх. За результатами моделювання можна зробити висновок, що поступове зростання витрат на доставку на 2% і закупівельних цін на каву на 10% ($\varepsilon=0,02$, $\beta=0,1$) призводять до помітного зростання загальних витрат на 8-36% у залежності від періоду.

Запропонована асимптотична модель оптимізації імпорتنих закупок на підприємствах харчової галузі дозволяє підвищити ефективність ситуаційного управління в умовах невизначеності, пов'язаних із зростанням цін на імпортну продукцію та збільшенням логістичних витрат. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на побудову асимптотичної моделі управління закупками в умовах сезонних коливань попиту на продукцію підприємств як харчової, так й інших галузей.



Список використаних джерел

1. Мешко Н. П., Кобченко А. А. Стратегії оптимізації імпорту підприємства в умовах глобальної економічної нестабільності. *Ефективна економіка*. 2024. № 11. <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.11.25>
2. Мозгова Г. В., Євтушенко В. А., Стовбуненко Д. Д. Теоретичні аспекти імпортової діяльності підприємств України. *Бізнесінформ*. 2021. №12. С. 34-40.
3. Трушкіна Н., Сербіна Т. Міжнародна логістика у системі зовнішньоекономічної діяльності підприємства. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2022. Випуск 1. С. 101-114.
4. Шамборовський Г. Міжнародні логістичні операції в Україні в умовах війни з РФ. *Економіка та суспільство*. 2024. Випуск 61. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-161>
5. Савицький Е. Е. Вплив оптимізації логістичних процесів на ефективність комерційної діяльності підприємства. *Економіка та суспільство*. 2023. Випуск 52. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-47>
6. Мащак Н. М. Оптимізація логістичних процесів підприємства на основі використання цифрових інновацій. *Академічні візії*. 2024. Випуск 34. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13341778>
7. Райчук І., Хлевна Ю., Войтенко О., Тімінський О. Розробка моделі диджиталізації процесу закупівель hardware для ІТ-компанії. *Управління розвитком складних систем*. 2022. Випуск 50. С. 44–51.
8. Варченко О. М., Герасименко І. О., Варченко О. О., Вернюк Н. О. Обґрунтування методів управління закупівлями матеріальних ресурсів сільськогосподарськими підприємствами. *Економічний аналіз*. 2022. Том 32. №1. С. 147–159.
9. Старушенко Г. Цифрові методи і моделі оптимізації публічно-управлінських рішень: узагальнення моделі логістичних витрат Харріса–Уілсона. *Аспекти публічного управління*. 2022. Том 10. №2. С. 5-15.



10. Турчак В. В., Кульганік О. М. Стратегічне управління запасами підприємства. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2017. Випуск 5 (10). С. 69-73.
11. Yashkina O., Pedko I. Models of inventory management for industrial enterprises under energy resources price increase. *Marketing and Management of Innovations*. 2016. №4. P. 315-324.
12. Uma Raju. A review of Economic Order Quantity modelling, their extensions and applicability. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2332 012019. doi:10.1088/1742-6596/2332/1/012019
13. Mohammed Alnahhal, Batin Latif Aylak, Muataz Al Hazza, Ahmad Sakhrieh. Economic Order Quantity: A State-of-the-Art in the Era of Uncertain Supply Chains. *Sustainability* 2024, 16(14), 5965. <https://doi.org/10.3390/su16145965>
14. Вплив російської війни в Україні на кавовий ринок України та світу. URL : <https://coffeestory.in.ua/uk/articles/industriya/vliyanie-rossiiskoi-voiny-v-ukraine-na-kofeinyi-rynok-ukrainy-i-mira/> (дата звернення 18.03.2025).
15. Ринок кави: основні показники та тенденції споживання. Pro-Consulting виступила на щорічній конференції «Напої України. Чай та кава 2024». URL : <https://pro-consulting.ua/ua/> (дата звернення 18.03.2025).
16. Мінфін. Світові ціни на каву. URL : <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/commodities/coffee/> (дата звернення 18.03.2025).