

УДК 338.4

*Городня Т. А.,*

*horodtan@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9298-3088,*

*к.е.н., доц., доцент кафедри економіки, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

*Куцик В. І.,*

*valentynakutsyk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8230-9436,*

*к.е.н., проф., професор кафедри економіки, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАПАСІВ РЕСУРСІВ ДЛЯ СТАБІЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ**

***Анотація.** В умовах сучасної економічної нестабільності, зумовленої глобальними викликами та локальними конфліктами, забезпечення безперервного постачання вихідних ресурсів для виробництва готової продукції стає все більш актуальною проблемою для підприємств. В Україні, де економіка зазнає значного впливу воєнних дій, ефективне управління запасами набуло особливого значення. Основною проблемою, яку досліджує стаття, є необхідність забезпечення достатніх обсягів вихідних ресурсів на складі підприємства для мінімізації ризиків зупинки виробництва через їх дефіцит. У статті проаналізовано останні дослідження та публікації у галузі управління запасами вихідних ресурсів. Зокрема, увагу приділено роботам професора Девіда Сімчі-Леві, де акцентовано увагу на важливості інтеграції ланцюгів постачання та використанні стохастичних моделей для прогнозування попиту та управління запасами. Окрім того, розглянуто дослідження професорів Хоука Лі і Линь Чен, які вивчають вплив політичних і економічних чинників на стабільність ланцюгів постачання в умовах кризових ситуацій. Розглянуто вагомий внесок у розвиток теорії та практики управління запасами вітчизняних вчених, які адаптували світові моделі управління запасами до специфічних умов української економіки. Стаття пропонує розробку оптимальної математичної моделі управління запасами, яка враховує ключові параметри, включаючи обсяги постачань, ймовірність дефіциту та втрати від зупинки виробництва. Також запропоновано алгоритм динамічного програмування для визначення оптимального завантаження складської місткості різними видами вихідних ресурсів та проведення можливого моделювання. Оцінка економічного ефекту від впровадження моделі включає розрахунок потенційного зниження виробничих збитків та фінансових втрат, а також вплив оптимізації запасів на загальну ефективність виробництва. Дослідження акцентує увагу на необхідності використання стохастичних моделей та динамічного програмування для оптимізації запасів ресурсів в умовах економічної нестабільності та військових подій в Україні. Пропоновані моделі дозволяють мінімізувати ризики дефіциту ресурсів та забезпечити стабільність виробництва готової продукції. Запропоновані висновки дослідження свідчать про необхідність розробки надійних моделей управління запасами, що враховують специфіку українського економічного середовища. Подальші дослідження у цій сфері можуть бути спрямовані на розширення моделей управління запасами, впровадження новітніх технологій, економічний аналіз та оцінку ризиків, а також інтеграцію екологічних та соціальних аспектів для забезпечення стійкого розвитку підприємств.*

**Ключові слова:** запаси, ресурси, виробництво, місткість, оптимізація, модель, ефект, залишки, закупівлі, попит, контроль, програмування, ймовірність.

*Horodnia T. A.,*

*horodtan@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9298-3088,*

*Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics, Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

*Kutsyk V. I.,*

*valentynakutsyk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8230-9436,*

*Ph.D., Professor, Professor of the Department of Economics, Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

## OPTIMIZATION OF RESOURCE INVENTORIES FOR STABLE PRODUCTION IN CONDITIONS OF ECONOMIC INSTABILITY

**Abstract.** *In the context of modern economic instability, caused by global challenges and local conflicts, ensuring the uninterrupted supply of raw materials for the production of finished goods has become an increasingly relevant issue for enterprises. In Ukraine, where the economy is significantly impacted by military actions, effective inventory management has gained particular importance. The main problem addressed in this article is the necessity to ensure sufficient volumes of raw materials in the company's warehouse to minimize the risk of production stoppages due to their shortage. The article analyzes recent research and publications in the field of raw material inventory management. Particular attention is paid to the works of Professor David Simchi-Levi, which emphasize the importance of integrating supply chains and using stochastic models to forecast demand and manage inventories. Additionally, the studies of Professors Houck Lee and Lin Chen are reviewed, examining the impact of political and economic factors on the stability of supply chains in crisis situations. The significant contribution to the development of inventory management theory and practice by domestic scientists, who have adapted global inventory management models to the specific conditions of the Ukrainian economy, is also considered. The article proposes the development of an optimal mathematical model for inventory management, which takes into account key parameters, including supply volumes, probability of shortages, and losses from production stoppages. A dynamic programming algorithm is also proposed to determine the optimal loading of warehouse capacity with various types of raw materials and to conduct possible simulations. The economic effect of implementing the model includes calculating potential reductions in production losses and financial losses, as well as the impact of inventory optimization on overall production efficiency. The research emphasizes the necessity of using stochastic models and dynamic programming to optimize resource inventories in conditions of economic instability and military actions in Ukraine. The proposed models allow minimizing the risks of resource shortages and ensuring the stability of finished goods production. The proposed research conclusions indicate the necessity to develop reliable inventory management models that consider the specifics of the Ukrainian economic environment. Further research in this area could focus on expanding inventory management models, implementing new technologies, conducting economic analysis and risk assessment, and integrating environmental and social aspects to ensure sustainable enterprise development.*

**Keywords:** inventory, resources, production, capacity, optimization, model, effect, stock, procurement, demand, control, programming, probability.

**JEL Classification:** M11, M13, M21, O21, L11, C73

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1205-2024-78-06>

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах економічної нестабільності, спричиненої глобальними викликами та локальними конфліктами, підприємства постійно стикаються з проблемами забезпечення безперебійного постачання вихідних ресурсів для виробництва готової продукції. В Україні, де економіка зазнає значного впливу воєнних дій, питання ефективного управління запасами набуло особливої актуальності. Військовий конфлікт у країні спричинив значні порушення логістичних ланцюгів, що призвело до непередбачуваних коливань у постачанні ресурсів.

Основна проблема в ефективному функціонуванні полягає у забезпеченні достатніх обсягів вихідних ресурсів на складі підприємства для мінімізації ризиків зупинки виробництва через їх дефіцит. Недостатність або несвоєчасність постачань призводить до значних збитків у виробництві готової продукції, що в умовах жорсткої конкуренції та економічної невизначеності може мати катастрофічні наслідки для підприємства. Враховуючи непередбачуваність постачань, зумовлену різними факторами, включаючи політичні та економічні кризи, стає очевидною необхідність розробки надійних моделей управління запасами.

Вирішення цієї проблеми є критично важливим для підвищення конкурентоспроможності українських підприємств на міжнародному ринку. Запропонована модель повинна враховувати специфіку українського економічного середовища та забезпечити практичні рекомендації щодо ефективного управління запасами в умовах високої нестабільності та ризиків, пов'язаних із сучасним становищем та військовими діями.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останні дослідження в галузі управління запасами вихідних ресурсів демонструють значну зацікавленість до проблематики оптимізації складських запасів та забезпечення безперебійного виробництва в умовах нестабільних постачань. Вагомий внесок у цю сферу зробили численні вчені та практики, які розробили сучасні моделі та методології для підвищення ефективності управління запасами.

Одним із провідних дослідників у цій галузі є професор Девід Сімчі-Леві [1] з Массачусетського технологічного інституту, який акцентує увагу на важливості інтеграції ланцюгів постачання та використанні стохастичних моделей для прогнозування попиту та управління запасами. У своїй роботі "Designing and Managing the Supply Chain" [2] він детально розглядає методи динамічного

програмування та їх застосування для мінімізації ризиків дефіциту ресурсів.

Дослідження професорів Хоука Лі і Линь Чен також заслуговують на увагу. У своїх роботах вони вивчають вплив політичних і економічних чинників на стабільність ланцюгів постачання, зокрема в умовах кризових ситуацій. Їх праця [3] пропонує конкретні стратегії для забезпечення стійкості підприємств у періоди нестабільності.

В Україні вагомий внесок у розвиток теорії та практики управління запасами зробили такі вчені, як В. Завгородній, В. Сопко [4]. Їхні дослідження зосереджені на адаптації світових моделей управління запасами до специфічних умов української економіки. Також значний внесок зробив вчений А. Мазаракі [5]. Він вивчав особливості та оцінку ресурсного забезпечення діяльності підприємств та управління запасами.

Дослідник Маріам Атвані з університету Кембриджа у своїх публікаціях акцентує увагу на використанні технологій штучного інтелекту та машинного навчання для оптимізації управління запасами. У роботі [6] він демонструє, як новітні технології можуть покращити точність прогнозування та забезпечити більш гнучке управління складськими запасами продукції. У своїх працях Маріам Атвані говорить про застосування штучного інтелекту в ланцюгу постачань і найбільш оптимальні підходи до планування, прогнозування, закупівель, транспортування та розподілу для підвищення продуктивності, стійкості та його ефективності.

Таким чином, аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про інтенсивний розвиток теорії та практики управління запасами в умовах нестабільності. Використання стохастичних моделей, динамічного програмування та новітніх технологій є ключовими елементами для забезпечення стабільного виробництва та мінімізації ризиків дефіциту ресурсів. Ці підходи можуть бути ефективно застосовані в українських умовах для підвищення конкурентоспроможності підприємств і забезпечення їх стійкості в умовах економічних викликів та воєнних конфліктів.

**Постановка завдання.** В сучасних економічних умовах із наявними політичними та військовими конфліктами, екологічними катастрофами тощо виробничі підприємства стикаються з необхідністю забезпечення безперебійного постачання вихідних ресурсів. В Україні, де економіка зазнає значного впливу військової агресії, питання ефективного управління запасами набуло особливої актуальності. Нестабільність постачань та їх коливання можуть призвести до значних виробничих втрат і фінансових збитків, що вимагає розробки надійних моделей управління запасами.

Основним завданням даного дослідження є розробка та обґрунтування моделі оптимального завантаження складської місткості вихідними ресурсами, що забезпечить мінімізацію збитків виробництва готової продукції в умовах непередбачуваних коливань постачань.

Так, для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Розробка оптимальної математичної моделі управління запасами. Необхідно визначити ключові параметри моделі, включаючи обсяги постачань, ймовірність дефіциту, та втрати від зупинки виробництва. Також розробити стохастичну модель, яка враховує ймовірні характеристики постачань та дозволяє мінімізувати ризики дефіциту ресурсів.

2. Оптимізація складських запасів. Необхідно розробити алгоритм динамічного програмування для визначення оптимального завантаження складської місткості різними видами вихідних ресурсів та провести можливе моделювання.

3. Оцінка економічного ефекту від впровадження моделі. Необхідно розрахувати потенційне зниження виробничих збитків та фінансових втрат при використанні розробленої моделі. Також оцінити вплив оптимізації запасів на загальну ефективність виробництва.

Виконання цих завдань дозволить створити надійну модель управління запасами вихідних ресурсів, що зможе забезпечити стабільність виробництва готової продукції в умовах непередбачуваних коливань постачань. Запропонований підхід сприятиме мінімізації виробничих втрат та підвищенню економічної стійкості підприємства в умовах військового стану та економічної кризи.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В сучасних умовах конкурентної боротьби підприємства-виробники повинні постійно проводити пошук використання нових засобів підвищення ефективності виробництва готової продукції при непередбачених коливаннях постачання вихідних ресурсів.

Важливим аспектом поліпшення відносин у господарській діяльності виробничих структур є стан взаємодії суміжних процесів постачання вихідних ресурсів та виробництва готової продукції.

Тобто значна щільність такого взаємозв'язку повинна зводити до мінімуму перебої виробництва готової продукції з причин несвоєчасної поставки вихідних ресурсів у заданих обсягах.

Непередбаченість причин недопоставки вихідних ресурсів до підприємства-виробника обумовлює в цих умовах ймовірний характер роботи ланки "постачання ресурсів – виробництво продукції".

Для поліпшення безперебійності виробництва готової продукції варто мати в наявності накопичені вихідні ресурси безпосередньо на складі підприємства в обсягах, які мінімізують збитки виробництва від їх недопоставки.

З цих позицій постачально-виробничий процес розглядається як ситуація стохастичного характеру, розв'язування якої визначає найбільш прийнятний варіант завантаження існуючої ємності складу вихідними ресурсами, які мають ймовірні особливості обсягів постачання, з точки зору мінімізації збитків виробництва готової продукції.

Тому в сучасних ринкових умовах, які характеризуються недостатньою стабільністю взаємозв'язків суміжних виробничих структур, одним із напрямків ліквідації (або пом'якшення) дисбалансу між попитом і пропозиціями є превентивне формування запасів вихідних ресурсів у достатніх обсягах зусиллями підприємства-виробника, що не

тільки зменшує збитки при виробництві готової продукції, а й впливає на штрафні санкції за недопоставку цієї продукції споживачам ринкового середовища.

Згідно з Deloitte у 2020 році показник запасів у США досяг історичного максимуму за останні 20 років через пандемію COVID-19. Аналогічний тренд помітний у всьому світі, включаючи Україну. Річні витрати на утримання запасів зараз становлять 20-30% від їх закупівельної вартості. Управління запасами є ключовою сферою логістичного менеджменту, яка впливає на дохід та конкурентоспроможність підприємств на ринку [7].

Зазначимо, що в умовах військових подій в Україні управління запасами на підприємствах стикається з додатковими викликами та ризиками. До основних помилок, на наш погляд, і з урахуванням сучасного економічного положення в цій сфері можна віднести:

1. Недоцільне використання запасів та їх неточний облік.

Так, через відсутність автоматизованого складського обліку та системи відстеження товарів підприємства часто стикаються з недостатнім контролем за поточними запасами. Це може призводити до непотрібних закупівель товарів навіть тоді, коли очікується надходження нових партій у найближчий час. Особливо актуальним дане питання стає в умовах нестабільності постачань через військові дії, коли точність даних про запаси є критично важливою для прийняття своєчасних рішень.

2. Відсутність перевірки залишків.

Навіть за наявності автоматизованих систем обліку співробітники відділу матеріально-технічного постачання часто не перевіряють наявність залишків і замовляють товари, коли на складі вже є достатні запаси. Це призводить до перевитрати коштів та збільшення складських витрат, що є особливо небажаним в умовах обмежених ресурсів під час війни.

3. Помилки в обліку матеріалів.

Часто трапляються випадки, коли матеріали не відображаються в поточних залишках через прорахунки та помилки, хоча насправді вони є. Така ситуація може виникати через недбалість або недоліки в системі обліку, що призводить до неправильної оцінки запасів і необхідності екстрених закупівель, які деколи ускладнені через логістичні проблеми в умовах воєнного конфлікту.

Ці помилки управління запасами можуть мати негативні наслідки для підприємств, особливо в умовах війни, коли кожен ресурс має критичне значення. Ефективне управління запасами вимагає точного обліку, регулярного моніторингу залишків та використання сучасних автоматизованих систем для мінімізації ризиків та забезпечення безперебійного виробництва.

Згідно з даними Державної служби статистики України [8] у 2023 році індекс промислового виробництва знизився на 4,5%, що значною мірою пов'язано з перебоями у постачаннях через військові дії. Це підкреслює необхідність точного управління запасами для забезпечення безперебійного виробництва.

Отже, з огляду на існуючі проблеми в постачанні ресурсів, неоптимізаційному стані запасів, розглянемо зміст наступної виробничої ситуації, коли підприємство-виробник готової продукції має склад фіксованої місткості для проміжного зберігання вихідних ресурсів.

Попит на кожний вид вихідного ресурсу задано необхідними обсягами для забезпечення безперебійного виробництва готової продукції.

Згідно зі статистичними спостереженнями по кожному виду вихідного ресурсу сформовано величини їх постачання у вигляді математичного сподівання.

Збитки виробництва готової продукції за несвоєчасну поставку одиниці кожного виду вихідного ресурсу задано величинами у вартісній формі. Для стабільного виробництва в умовах економічної нестабільності необхідно в подальшому знайти варіант повного завантаження місткості складу обсягами усіх видів вихідних ресурсів таким чином, щоб збитки виробництва готової продукції були мінімальними в умовах коливання обсягів постачання вихідних ресурсів.

Так, для дослідження і вирішення представленої ситуації ми введемо наступні позначення:

$n$  - кількість видів вихідних ресурсів;

$j$  - індекс видів вихідних ресурсів ( $j = \overline{1, n}$ );

$V$  - загальна місткість складу вихідних ресурсів;

$C_j$  - збитки від дефіциту одиниці  $j$ -го ресурсу;

$V_j$  - попит  $j$ -го ресурсу для безперервного виробництва готової продукції;

$\mu_j$  - очікуваний попит як математичне сподівання постачання  $j$ -го ресурсу;

$X_j$  - обсяг  $j$ -го вихідного ресурсу.

Так, представимо, що величина  $P(V_j, \mu_j)$  відображає ймовірність одержаного попиту в обсягах  $V_j$  при його математичному сподіванні постачання вихідних ресурсів  $\mu_j$  і змінюється за законом розподілу Пуассона.

У випадку недопоставки  $j$ -го вихідного ресурсу  $V_j > X_j$  обсяг дефіциту має наступний вигляд:

$$\sum_{v_j = x_j}^{\infty} (v_j - x_j) P(v_j, \mu_j) \quad (1)$$

а загальні збитки від недопоставки дорівнюють:

$$F = \sum_{j=1}^n C_j \sum_{v_j = x_j}^{\infty} (v_j - x_j) P(v_j, \mu_j). \quad (2)$$

Для дослідження і вирішення ситуації з мінімізацією збитків виробництва необхідно спростити залежність (2), використовуючи необхідні для цього перетворення згідно з рекомендаціями [9].

Так, перетворення величини  $F$  виконується для випадку дефіциту, в результаті чого за спрощеною залежністю (2) стає можливим знайти оптимальне завантаження складу обсягами вихідних ресурсів, розв'язуючи наступну математичну модель:

$$F = \sum_{j=1}^n c_j F_j = \sum_{j=1}^n c_j \left(1 - \sum_{v_j=0}^{v_j=x_j-1} P(x_j-1, \mu_j)\right) \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = B \quad (4)$$

$$\omega = k \Delta \left( k = 1, \frac{B}{\Delta} \right), \quad (5)$$

де  $F_j$  - оціночна функція дефіциту  $j$ -го вихідного ресурсу;

$\Delta$  - крок зміни місткості складу;

$k$  - коефіцієнт зміни місткості складу;

$\omega$  - місткість складу з наростаючим підсумком.

Розв'язування математичної моделі (3) - (5) виконується у два кроки з використанням методу динамічного програмування для випадку повного розподілу ресурсів [10].

Отже, розглянемо ймовірні кроки даного вирішення.

**Перший крок.**

Для кожного  $j$ -го вихідного ресурсу визначається значення:

$$F_j = c_j \left(1 - \sum_{v_j=0}^{v_j=x_j-1} P(x_j-1, \mu_j)\right) \quad (6)$$

для поточної місткості складу від  $\Delta$  до  $B$  для усіх його станів  $\omega = x_j$

У свою чергу, складова  $\sum_{v_j=0}^{v_j=x_j-1} P(x_j-1, \mu_j)$

визначається за допомогою таблиці розподілу Пуассона [11].

Після завершення розрахунків для усіх  $n$  видів вихідних ресурсів складається таблиця величин

$F_j$  для поточних значень  $x_j$  з кроком  $\Delta$  до місткості складу  $B$ .

**Другий крок.**

Використовуючи стандартну програму методу динамічного програмування для повного розподілу ресурсів, знаходиться варіант завантаження складу з використанням сформованої на першому кроці таблиці величин  $F_j$ .

Одержаний варіант завантаження складу відповідає мінімальним збиткам  $F$  виробництва готової продукції від недопоставки вихідних ресурсів у випадку ймовірності постачання  $P(v_j, \mu_j)$ .

Процес дослідження і вирішення даної економічної ситуації можна показати на наступних спрощених вихідних даних:

$$n=3, \quad B=10, \quad \Delta=2, \\ k=1, \quad \frac{B}{\Delta}=1, \quad \frac{10}{2}=1,5,$$

$$\omega = 2, 4, 6, 8, 10,$$

$$c_1 = 500, \quad c_2 = 400, \quad c_3 = 450,$$

$$\mu_1 = 3, \quad \mu_2 = 2, \quad \mu_3 = 4.$$

Покажемо практичний перший крок.

Згідно із залежністю (6) знаходяться значення  $F_j$  для кожного вихідного ресурсу ( $j = \overline{1,3}$ ), визначаючи стан складу для значень  $\omega$ , за результатами чого складається таблиця 1.

Таблиця 1

**Збитки по вихідним ресурсам**

	$\omega = 2$	$\omega = 4$	$\omega = 6$	$\omega = 8$	$\omega = 10$
$F_1$	400,4	176,3	41,9	5,9	0,5
$F_2$	237,5	57,1	6,6	0,4	0,0
$F_3$	408,7	254,9	96,6	23,0	3,6

Якщо показати розрахунки при  $j=2, \mu_2 = 2, k=3$ , тоді маємо:

$$c_2 = 400, \quad \Delta = 2, \quad \omega = 2 \cdot 3 = 6,$$

$$F_2 = 400 \cdot \left(1 - \sum_{v_j=0}^{v_j=x_j-1} P(6-1, 2)\right) = 400 \cdot (1 - 0,98344) = 6,624 \approx 6,6.$$

Величина 0,98344 знаходиться з таблиці розподілу Пуассона як сума по стовбцю  $\mu_2 = 2$  за рядками від 0 до 5 включно.

Покажемо практичний другий крок.

За допомогою програми методу динамічного програмування для повного розподілу ресурсів та сформованої таблиці 1 складається таблиця 2.

Таблиця 2

**Оптимальний розв'язок запасів ресурсів**

$\omega$	$x_1$	$F_1$	$x_2$	$F_2$	$x_3$	$F_3$
2	2	400,4	-	-	-	-
4	4	176,3	2	637,9	-	-
6	6	41,9	2	413,8	2	-
8	8	5,9	4	233,4	2	822,5
10	10	0,5	4	99,0	2	642,1

Оптимальний варіант завантаження складу знаходиться з таблиці 2 у зворотному напрямку за залишками ресурсів, починаючи з місткості 10 та

третього стовпця (позначено в таблиці 2 півжирним шрифтом):

$$\begin{aligned}x_3 &= x_3(10) = 2, \\x_2 &= (10 - x_3) = x_2(10 - 2) = 4, \\x_1 &= x_1(10 - 2 - 4) = x_1(4) = 4\end{aligned}$$

Таким чином, мінімальні збитки від несвоечасного постачання вихідних ресурсів дорівнюють  $F = 642,1$ , а оптимальне завантаження складу вихідними ресурсами складає:  $x_1 = 4, x_2 = 4, x_3 = 2$ .

Отже, з метою розробки оптимального варіанта завантаження складу для оптимізації запасів ресурсів в умовах економічної нестабільності використовується стохастичне моделювання, яке враховує ймовірність дефіциту постачань та динамічне програмування для визначення найкращого розподілу запасів.

Так, при складанні універсальної моделі для будь-яких підприємств основні параметри повинні включати:

- обсяг загальної складської місткості (В);
- кількість видів вихідних ресурсів (n);
- ймовірність постачання кожного виду ресурсу та їх математичне сподівання;
- збитки від дефіциту кожного виду ресурсу.

Таким чином, використання ефективних методів та моделей управління запасами є необхідним для підвищення конкурентоспроможності будь-якого підприємства. Ці методи не є стандартними і варіюються залежно від особливостей кожного підприємства, а також змінюються відповідно до бізнес-середовища та стратегії розвитку. З метою досягнення економічних цілей кожен суб'єкт господарювання повинен активно застосовувати ефективні методи та моделі управління запасами.

У подальшому, щоб усунути типові помилки в управлінні запасами для їх оптимізації, можна вжити наступні заходи:

1. Ретельний контроль обсягу капіталу та витрат. Необхідно постійно контролювати обсяг капіталу, інвестованого в запаси, та витрати, пов'язані з їх дефіцитом. Це дозволить забезпечити баланс між наявними запасами та потребами виробництва, мінімізуючи фінансові ризики та запобігаючи перевитратам.

2. Залучення кваліфікованих спеціалістів. Необхідно залучити кваліфікованих спеціалістів для проведення аудиту та вибору оптимальних методів управління запасами, спеціально адаптованих до потреб підприємства. Експертний підхід дозволить визначити найбільш ефективні стратегії та впровадити їх у практику.

3. Впровадження індивідуальної системи ключових показників ефективності, їх розробка та впровадження для оцінки результативності управління запасами з огляду участі кожного співробітника. Це допоможе забезпечити високий рівень відповідальності та мотивації працівників, а також сприятиме підвищенню загальної ефективності управління запасами.

Так, застосування цих заходів дозволить не тільки уникнути типових помилок в управлінні запасами, але й підвищити загальну ефективність підприємства, сприяючи його стійкості та конкурентоспроможності на ринку.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** У сучасних умовах економічної нестабільності та військового стану в Україні ефективне управління запасами ресурсів є критично важливим для забезпечення безперебійного виробництва та підвищення конкурентоспроможності підприємств. Постійні перебої в постачанні, спричинені логістичними труднощами та непередбачуваними обставинами, вимагають від підприємств адаптивних і надійних методів управління запасами. Недостатня кількість або несвоечасність постачання ресурсів може призвести до значних виробничих втрат, які в умовах жорсткої конкуренції та економічної невизначеності можуть мати катастрофічні наслідки для підприємств.

Зважаючи на воєнні дії, які продовжують впливати на інфраструктуру та ланцюги постачання, українські підприємства змушені шукати нові підходи для забезпечення стійкості своїх операцій. Це включає впровадження сучасних технологій та інноваційних методів управління запасами, які дозволяють передбачати можливі ризики та оперативно реагувати на зміни в умовах постачання. Зокрема, застосування штучного інтелекту, машинного навчання та динамічних моделей управління запасами стає все більш актуальним для підвищення точності прогнозування попиту та оптимізації розподілу ресурсів.

Ефективне управління запасами включає не лише зберігання необхідних обсягів ресурсів, але й оптимізацію всього ланцюга постачання – від постачальників до кінцевих споживачів. Важливим є також розвиток партнерських відносин із надійними постачальниками та впровадження автоматизованих систем моніторингу та управління запасами, що дозволяють мінімізувати людські помилки та забезпечити прозорість і точність обліку.

В умовах війни, коли логістичні ланцюги можуть бути порушені в будь-який момент, підприємства повинні мати чіткі стратегії щодо управління запасами та кризового планування. Це включає створення резервних запасів, диверсифікацію постачальників та впровадження систем швидкого реагування на зміни в умовах постачання. Крім того, важливим аспектом є постійне вдосконалення процесів управління запасами через навчання персоналу та впровадження передових технологій.

Дослідження, яке ми провели, демонструє важливість використання стохастичних моделей та динамічного програмування для оптимізації запасів ресурсів.

Так, основні висновки дослідження можна підсумувати наступним чином: **необхідність точного обліку та контролю запасів; ефективність стохастичного моделювання**, яке дозволить розробити оптимальні стратегії завантаження складу, що мінімізують збитки виробництва готової продукції; **необхідність кваліфікованих спеціалістів та**

**індивідуальних ключових показників ефективності.**

Подальші дослідження у сфері управління запасами можуть бути спрямовані на декілька основних напрямів, що дозволять удосконалити існуючі підходи та розробити нові стратегії управління в умовах високої невизначеності та ризиків. Вони включають наступне: **розширення моделей управління запасами**, що дозволить створити більш комплексні моделі, які враховують взаємодію різних етапів виробничого процесу; **впровадження новітніх технологій**, що може значно покращити ефективність управління складськими запасами в реальному часі; **економічний аналіз та оцінка ризиків**, що дозволить точніше визначити економічну доцільність використання конкретних моделей та методів; **інтеграція екологічних та соціальних аспектів**, що дозволить забезпечити стійкий розвиток підприємств та врахувати соціальну відповідальність в управлінні ресурсами, а також **підвищення адаптивності та гнучкості**, що включає розробку стратегій швидкого реагування на зміни в поставках та попиті.

Впровадження результатів даних досліджень сприятиме підвищенню ефективності управління запасами, зниженню виробничих збитків та забезпеченню стабільності виробничих процесів в умовах економічної нестабільності та військових подій. Це, у свою чергу, підвищить конкурентоспроможність українських підприємств на внутрішньому та міжнародному ринках.

Таким чином, ефективне управління запасами в умовах економічної нестабільності та військового стану в Україні є не тільки викликом, але й можливістю для підприємств удосконалити свої процеси, підвищити свою стійкість та конкурентоспроможність на ринку. Використання сучасних методів та технологій дозволяє забезпечити надійність поставання, мінімізувати виробничі втрати та створити умови для сталого розвитку в складних теперішніх умовах.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. David Simchi-Levi, Pierre Haren. How the War in Ukraine Is Further Disrupting Global Supply Chains. *Harvard Business Review*. March 17, 2022. URL: <https://hbr.org/2022/03/how-the-war-in-ukraine-is-further-disrupting-global-supply-chains>.
2. David Simchi-Levi, Philip Kaminsky, Edith Simchi-Levi. Connect Online Access for Designing and Managing the Supply Chain. 2022. 4th Edition. URL: <https://www.mheducation.com/highered/product/connect-online-access-designing-managing-supply-chain-simchi-levi-kaminsky/M9781259997709.html>.
3. Lin Chen, Ting Dong, Jin Peng, Dan Ralescu. Uncertainty Analysis and Optimization Modeling with Application to Supply Chain Management: A Systematic Review. *Mathematics*. 2023, 11(11), 2530. URL: <https://www.mdpi.com/2227-7390/11/11/2530>.

4. Завгородній В., Сопко В. Організація бухгалтерського обліку, економічного контролю та аналізу : підручник. Київ : КНЕУ, 2004. 412 с.

5. Мазаракі А. А. Внутрішня торгівля в Україні: економічні умови ефективного розвитку : монографія. Київ : КНЕУ, 2006. 312 с.

6. Mariam Atwani, Mustapha Hlyal, Jamila Elalami. A Review of Artificial Intelligence applications in Supply Chain. *ITM Web Conf. Volume 46, 2022. International Conference on Engineering and Applied Sciences (ICEAS'22)*. URL: [https://www.researchgate.net/publication/361110972\\_A\\_Review\\_of\\_Artificial\\_Intelligence\\_applications\\_in\\_Supply\\_Chain](https://www.researchgate.net/publication/361110972_A_Review_of_Artificial_Intelligence_applications_in_Supply_Chain).

7. Мироненко О. Управління складськими запасами і потоками в логістичній цепі: досвід і перспективи розвитку. *Cargofy*. 2024. 11 June. URL: <https://cargofy.ua/uk/blog/upravlinnya-skladskimi-zapasami-i-potokami-v-logistichnii-cep-i-dosvid-i-perspektivi-rozvitku>.

8. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.

9. Городня Т. А., Щербак А. Ф., Бех О. Б. Математичне програмування : навч. посіб. Львів : Магнолія-2006, 2023. 200 с.

10. Шарапов О. Д., Дербенцев В. Д., Семьонов Д. С. Дослідження операцій : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2014. 235 с.

11. Функція POISSON. *Microsoft Підтримка*. URL: <https://support.microsoft.com/uk-ua/office/%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F-poisson-d81f7294-9d7c-4f75-bc23-80aa8624173a>.

#### **REFERENCES**

1. David Simchi-Levi and Pierre Haren (2022), How the War in Ukraine Is Further Disrupting Global Supply Chains, *Harvard Business Review*, March 17, available at: <https://hbr.org/2022/03/how-the-war-in-ukraine-is-further-disrupting-global-supply-chains>.
2. David Simchi-Levi, Philip Kaminsky and Edith Simchi-Levi (2022), Connect Online Access for Designing and Managing the Supply Chain. 4th Edition, available at: <https://www.mheducation.com/highered/product/connect-online-access-designing-managing-supply-chain-simchi-levi-kaminsky/M9781259997709.html>.
3. Lin Chen, Ting Dong, Jin Peng and Dan Ralescu (2023), Uncertainty Analysis and Optimization Modeling with Application to Supply Chain Management: A Systematic Review, *Mathematics*, 11(11), 2530, available at: <https://www.mdpi.com/2227-7390/11/11/2530>.
4. Zavorodnij V. and Sopko V. (2004), Orhanizatsiia bukhhaltern'koho obliku, ekonomichnoho kontroliu ta analizu : pidruchnyk, KNEU, Kyiv, 412 s.
5. Mazaraki, A. A. (2006), Vnutrishnia torhivlia v Ukraini: ekonomichni umovy efektyvnoho rozvytku : monohrafiia, KNEU, Kyiv, 312 s.
6. Mariam Atwani, Mustapha Hlyal and Jamila Elalami (2022), A Review of Artificial Intelligence applications in Supply Chain. *ITM Web Conf*.

Volume 46. *International Conference on Engineering and Applied Sciences (ICEAS'22)*, available at: [https://www.researchgate.net/publication/361110972\\_A\\_Review\\_of\\_Artificial\\_Intelligence\\_applications\\_in\\_Supply\\_Chain](https://www.researchgate.net/publication/361110972_A_Review_of_Artificial_Intelligence_applications_in_Supply_Chain).

7. Myronenko O. (2024), *Upravlinnia sklads'kymy zapasamy i potokamy v lohistychnij tsepi: dosvid i perspektyvy rozvytku. Cargofy*, 11 June, available at: <https://cargofy.ua/uk/blog/upravlinnya-skladskimi-zapasami-i-potokami-v-logistichnii-tsepi-dosvid-i-perspektivi-rozvitku>.

8. Derzhavna sluzhba statystryky Ukrainy, available at: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.

9. Horodnia, T. A. Scherbak, A. F. and Bekh, O. B. (2023), *Matematychnе prohramuvannia : navch. posib.*, Mahnoliia-2006, L'viv, 200 s.

10. Sharapov, O. D. Derbentsev, V. D. and Sem'onov, D. Ye. (2014), *Doslidzhennia operatsij : navch. posib.*, KNEU, Kyiv, 235 s.

11. Funktsiia POISSON. *Microsoft Pidtrymka*, available at: <https://support.microsoft.com/uk-ua/office/%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F-poisson-d81f7294-9d7c-4f75-bc23-80aa8624173a>.

*Стаття надійшла до редакції 04 травня 2024 року*