**Сарахман Оксана Миколаївна,** кандидат економічних наук, доцент доцент кафедри менеджменту Львівський національний університет імені Івана Франка Львів, Україна ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8793-592X

**Павлишин Маріанна Львівна,** кандидат технічних наук, доцент доцент кафедри менеджменту Львівський національний університет імені Івана Франка Львів, Україна ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3044-297X

**Sarakhman Oksana Mykolaivna,** PhD in Economics, Associate Professor Associate Professor of the Department of Management Ivan Franko National University of Lviv Lviv, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8793-592X

**Pavlyshyn Marianna Lvivna,** PhD in Economics, Associate Professor Associate Professor of the Department of Management Ivan Franko National University of Lviv Lviv, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3044-297X

# АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ СКЛАДСЬКИМИ ПРОЦЕСАМИ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОГО ПОПИТУ

# ADAPTIVE MANAGEMENT OF WAREHOUSE PROCESSES IN TRADE ENTERPRISES UNDER CONDITIONS OF DEMAND VOLATILITY

*Анотація*

Нестабільність споживчого попиту, зміна структури продажів і посилення вимог до швидкості виконання замовлень зумовлюють необхідність адаптації складських процесів торговельних підприємств. Метою статті є обґрунтування теоретичних положень і методичного підходу

до адаптивного управління складськими процесами в умовах нестабільного попиту. На основі методів узагальнення, систематизації, порівняння та структурно-логічного аналізу визначено взаємозв'язок між коливаннями попиту, станом товарних запасів і завантаженням складських операцій. Обґрунтовано напрями адаптації процесів приймання, розміщення, зберігання, поповнення, комплектування та відвантаження товарів. Запропоновано диференціювати управлінське реагування залежно від масштабу, тривалості та стійкості змін попиту з виокремленням операційного, тактичного і стратегічного режимів адаптації. Розвинуто методичний підхід до управління складською логістикою, що передбачає взаємопов'язане коригування запасів, складських процесів, ресурсів і потужностей відповідно до динаміки товарних потоків. Практичне застосування запропонованого підходу сприятиме підвищенню гнучкості складської діяльності та своєчасності реагування торговельних підприємств на зміни попиту.

*Ключові слова:* складська логістика, торговельне підприємство, адаптивне управління, складські процеси, нестабільний попит, товарні запаси, WMS, логістична адаптивність.

*Abstract*

Volatility in consumer demand, changes in sales patterns, and increasing requirements for order fulfillment speed necessitate the adaptation of warehouse processes in trading enterprises. The purpose of the article is to substantiate the theoretical foundations and methodological approach to adaptive warehouse process management under unstable demand. Using the methods of generalization, systematization, comparison, and structural and logical analysis, the relationship between demand fluctuations, inventory levels, and warehouse workload is identified. The main directions for adapting the processes of receiving, put-away,

storage, replenishment, order picking, and shipment are substantiated. It is proposed to differentiate managerial responses depending on the magnitude, duration, and persistence of demand changes by distinguishing operational, tactical, and strategic adaptation modes. The methodological approach to warehouse logistics management is further developed by providing for the coordinated adjustment of inventories, warehouse processes, resources, and capacities in accordance with the dynamics of product flows. The practical application of the proposed approach can enhance the flexibility of warehouse operations and enable trading enterprises to respond promptly to changes in demand.

*Keywords:* warehouse logistics, trading enterprise, adaptive management, warehouse processes, unstable demand, inventory, WMS, logistics adaptability.

*Постановка проблеми.* Складська логістика торговельного підприємства безпосередньо залежить від динаміки споживчого попиту. Обсяг і структура продажів визначають інтенсивність поповнення запасів, частоту надходження товарів, потребу у складських площах, навантаження на зони комплектування та відвантаження, а також потребу в персоналі. За відносно стабільного попиту зазначені параметри можуть плануватися на основі історичних даних і встановлених нормативів. Зі зростанням мінливості ринкового середовища результативність такого підходу знижується.

Нестабільність попиту не обмежується його загальним зростанням або скороченням. Для торговельних підприємств складнішою проблемою є нерівномірність змін між товарними категоріями, окремими SKU, каналами продажу, регіонами та часовими періодами. Зростання реалізації одних товарів може відбуватися одночасно зі сповільненням оборотності інших. У складській системі це проявляється у дефіциті одних позицій, накопиченні

надлишкових запасів інших, нерівномірному використанні складських зон та зміні інтенсивності виконання операцій.

Актуальність проблеми підтверджується сучасною динамікою української торгівлі. Зокрема, у Львівській області за січень–липень 2026 р. оборот роздрібної торгівлі становив 131,0 млрд грн, що на 11,8% перевищило показник відповідного періоду 2025 р. [13]. Водночас зростання загального обороту не означає однакової динаміки попиту на всі товарні групи та не усуває потреби в оперативному коригуванні складських параметрів.

Для українських торговельних підприємств проблема набуває додаткового значення через поєднання ринкової невизначеності з воєнними ризиками. Порушення логістичних зв'язків, пошкодження інфраструктури, кадровий дефіцит, енергетичні ризики та необхідність територіального перерозподілу запасів формують середовище, в якому складська система має не лише забезпечувати ефективність операцій, а й бути здатною швидко змінювати параметри функціонування.

За таких умов нестабільність попиту трансформується з комерційної проблеми у проблему управління складською логістикою, оскільки відхилення фактичного попиту від прогнозованого впливають на запаси, завантаження потужностей, потребу в персоналі та інтенсивність складських операцій. Це зумовлює необхідність своєчасного коригування параметрів функціонування складу.

*Аналіз досліджень.* Проблематика адаптивності логістичних систем посідає помітне місце в сучасних дослідженнях. Р. Сущенко та Н. Ільченко розглядають адаптацію ланцюгів постачання до викликів воєнного стану [1], а В. Заруба, Л. Потрашкова, О. Хорошевський та Т. Чмерук досліджують адаптивне управління запасами торговельного підприємства в нестабільних умовах [2]. Значна увага приділяється прогнозуванню попиту та його впливу

на управління запасами. Y. Zhou, X. Shen та Y. Yu досліджують взаємозв'язок між похибками прогнозування та рішеннями щодо поповнення запасів [3]. J. Wang та співавтори розглядають прогнозування роздрібного попиту на рівні SKU методами машинного навчання [4], а L. A. C. G. Andrade та C. B. Cunha - можливості дезагрегованого прогнозування з використанням gradient boosting [5]. Окремий напрям становлять дослідження складських процесів та їх цифровізації. Y. Li, R. Zhang та D. Jiang систематизують підходи до підвищення ефективності комплектування замовлень [6]. L. N. Tikwayo та T. N. D. Mathaba розкривають можливості технологій Industry 4.0 в управлінні складом [7], а R. F. de Assis та співавтори - використання машинного навчання для розміщення товарів і комплектування замовлень [8]. Гнучкість складських потужностей в умовах невизначеності досліджують J. Lee, C. Ko та I. Moon на основі концепції on-demand warehousing [9]. K. Chen, H.-C. Su, K. Linderman та W. Li розглядають оперативну координацію та перерозподіл запасів за непередбачених змін попиту [10]. Управлінські аспекти цифровізації бізнес-процесів торговельних підприємств висвітлюють К. О. Бужимська та І. М. Царук [11], а поведінкові чинники помилок під час складського комплектування - О. М. Сарахман [12].

Наукові праці охоплюють адаптивність ланцюгів постачання, прогнозування попиту, управління запасами, цифровізацію складських процесів і гнучкість складських потужностей. Проте недостатньо дослідженим залишається комплексне реагування на нестабільність попиту, яке поєднує коригування запасів, складських операцій, ресурсів і потужностей.

*Метою статті* є обґрунтування теоретичних положень і розроблення методичного підходу до адаптивного управління складськими процесами торговельних підприємств в умовах нестабільного попиту.

*Виклад результатів.* Функціонування складської системи торговельного підприємства залежить від обсягу запасів, характеру та інтенсивності їх руху. Коливання попиту змінюють частоту поповнення, тривалість зберігання, кількість операцій відбору й комплектування, завантаження складських зон і ритмічність відвантаження. Тому нестабільність попиту безпосередньо зумовлює потребу в адаптації складських процесів.

У межах дослідження нестабільність попиту розглядається як зміна обсягу, структури, частоти та просторово-часового розподілу потреби споживачів у товарах, унаслідок якої фактичні параметри товарного потоку відхиляються від прогнозованих. Для складської системи важливими є величина, тривалість і повторюваність таких відхилень та масштаб їх впливу на логістичні процеси.

Актуальні показники української торгівлі підтверджують необхідність такого підходу. У ІІІ кварталі 2026 р. індикатор ділової впевненості підприємств роздрібної торгівлі становив +13,6%. Оцінка зміни обсягів продажу у квітні-червні становила +30,6%, тоді як очікування на ІІІ квартал - +6,2%. Підприємства також очікували збільшення обсягів замовлень товарів за одночасного скорочення кількості працівників [14]. За даними PwC Ukraine, 23,3% операторів 3PL віднесли дефіцит кваліфікованого персоналу до ключових викликів, а 13,3% - нестабільність ринку [15]. Це посилює потребу в гнучкому використанні складських ресурсів.

Традиційне управління складом ґрунтується на нормативних параметрах запасів, часу виконання операцій, продуктивності персоналу та завантаження потужностей. За нестабільного попиту вони потребують регулярного перегляду. Зростання попиту прискорює скорочення запасів, збільшує частоту поповнення, навантаження на комплектування та відвантаження. Його зниження, навпаки, уповільнює оборотність і підвищує ризик накопичення надлишкових запасів.

Причинно-наслідковий зв’язок можна подати так: зміна попиту → відхилення фактичних продажів від прогнозованих → зміна обсягу та структури запасів → зміна інтенсивності товарного потоку → зміна завантаження складських операцій → управлінське реагування.

З огляду на цей взаємозв’язок адаптивне управління складськими процесами торговельного підприємства визначаємо як систематичне виявлення змін попиту та відповідне коригування параметрів запасів, складських операцій, ресурсів і потужностей для підтримання безперервності товарного потоку, належного рівня обслуговування та раціонального використання логістичних ресурсів.

Практична реалізація такого підходу потребує інтеграції даних POS-, ERP- та WMS-систем про продажі, запаси й складські операції. Технології Industry 4.0 розширюють можливості отримання та використання такої інформації [7]. На рівні окремих SKU застосування методів машинного навчання дає змогу здійснювати короткострокове прогнозування роздрібного попиту [4].

Адаптація складських операцій може передбачати динамічне розміщення товарів, зміну частоти поповнення зон відбору, перерозподіл персоналу та коригування маршрутів комплектування. Особливо чутливим до змін обсягів замовлень є процес комплектування, який належить до найбільш трудомістких складських операцій [6].

Управлінське реагування доцільно диференціювати залежно від масштабу, тривалості та стійкості відхилень попиту. Операційний режим застосовується за короткострокових коливань і передбачає перерозподіл персоналу, зміну пріоритетності замовлень та частоти поповнення. Тактичний режим доцільний за повторюваних або триваліших змін і охоплює перегляд параметрів запасів, зонування, графіків роботи та використання обладнання. Стратегічний режим відповідає стійким

структурним змінам і може передбачати трансформацію складської мережі, залучення 3PL-операторів, автоматизацію та використання гнучких складських потужностей, зокрема on-demand warehousing [9].

Межі між режимами не є жорсткими. Для їх вибору слід оцінювати величину відхилення фактичного попиту від прогнозованого, тривалість його збереження та масштаб впливу на складські процеси. Короткострокове відхилення, яке систематично повторюється, може вимагати переходу від операційного до тактичного, а стійкі структурні зміни - до стратегічного реагування.

Результативність адаптації доцільно оцінювати за взаємопов'язаними показниками. На рівні попиту - точністю прогнозу та частотою відхилень; запасів - оборотністю, частотою дефіциту та часткою надлишкових і повільнооборотних товарів; складських операцій - тривалістю циклу виконання замовлення, точністю комплектування, продуктивністю відбору, використанням площ і своєчасністю відвантаження.

Цифрові технології створюють інформаційну основу адаптивного управління, але самі по собі не забезпечують його результативності. Практичну реалізацію підходу доцільно будувати як цикл: збір даних → виявлення відхилення попиту → оцінювання його впливу → вибір режиму реагування → реалізація рішень → повторне оцінювання результатів.

Для українських торговельних підприємств адаптивність складської системи має поєднуватися з логістичною стійкістю. Воєнні ризики зумовлюють необхідність оцінювати доцільність територіального розосередження критично важливих запасів, використання резервних складських майданчиків, альтернативних маршрутів і залучення кількох логістичних партнерів.

Важливу роль відіграє міжскладська координація. K. Chen та співавтори показують, що за непередбачених змін попиту взаємодія між складами може використовуватися для коригування розміщення запасів [10].

Таким чином, запропонований методичний підхід поєднує управління попитом, запасами, складськими операціями, ресурсами та логістичною стійкістю. Операційний режим забезпечує короткострокову гнучкість, тактичний - адаптацію параметрів процесів і ресурсів, а стратегічний - трансформацію складських потужностей та логістичної мережі.

*Висновки.* Проведене дослідження підтвердило необхідність переходу від статичного до адаптивного управління складськими процесами, що враховує мінливість попиту та її вплив на запаси, складські операції, потужності й ресурсне забезпечення. Запропоновано диференціювати управлінське реагування за операційним, тактичним і стратегічним режимами залежно від масштабу, тривалості та стійкості відхилень попиту. Наукова новизна підходу полягає у взаємопов'язаному коригуванні запасів, складських операцій, ресурсів і потужностей. Для українських торговельних підприємств адаптивність складської системи має поєднувати економічну ефективність із логістичною стійкістю та безперервністю товаропостачання. Подальші дослідження доцільно спрямувати на кількісне визначення меж переходу між режимами адаптації та апробацію запропонованого підходу на даних торговельних підприємств.

## Список використаних джерел

1. Сущенко Р., Ільченко Н. Адаптація ланцюгів поставок до викликів воєнного стану. *Товарознавство. Технології. Інженерія*. 2023. Т. 45, № 1. С. 4–16. DOI: https://doi.org/10.31617/2.2023(45)01.

2. Заруба В., Потрашкова Л., Хорошевський О., Чмерук Т. Побудова адаптивних моделей управління запасами для торговельного підприємства в

нестабільних умовах. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2025. Т. 4, № 4(136). С. 6–18. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.336050.

3. Zhou Y., Shen X., Yu Y. Inventory control strategy: based on demand forecast error. *Modern Supply Chain Research and Applications*. 2023. Vol. 5, No. 2. P. 74–101. DOI: https://doi.org/10.1108/MSCRA-02-2023-0009.

4. Wang J., Chong W. K., Lin J., Hedenstierna C. P. T. Retail Demand Forecasting Using Spatial-Temporal Gradient Boosting Methods. *Journal of Computer Information Systems*. 2024. Vol. 64, No. 5. P. 652–664. DOI: https://doi.org/10.1080/08874417.2023.2240753.

5. Andrade L. A. C. G., Cunha C. B. Disaggregated retail forecasting: A gradient boosting approach. *Applied Soft Computing*. 2023. Vol. 141. Art. 110283. DOI: https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110283.

6. Li Y., Zhang R., Jiang D. Order-Picking Efficiency in E-Commerce Warehouses: A Literature Review. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*. 2022. Vol. 17, No. 4. P. 1812–1830. DOI: https://doi.org/10.3390/jtaer17040091.

7. Tikwayo L. N., Mathaba T. N. D. Applications of Industry 4.0 Technologies in Warehouse Management: A Systematic Literature Review. *Logistics*. 2023. Vol. 7, No. 2. Art. 24. DOI: https://doi.org/10.3390/logistics7020024.

8. de Assis R. F., Faria A. F., Thomasset-Laperrière V., Santa-Eulalia L. A., Ouhimmou M., Ferreira W. de P. Machine Learning in Warehouse Management: A Survey. *Procedia Computer Science*. 2024. Vol. 232. P. 2790–2799. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.096.

9. Lee J., Ko C., Moon I. E-commerce supply chain network design using on-demand warehousing system under uncertainty. *International Journal of*

*Production Research*. 2024. Vol. 62, No. 5. P. 1901–1927. DOI: https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2128462.

10. Chen K., Su H.-C., Linderman K., Li W. Last-minute coordination: Adapting to demand to support last-mile operations. *Journal of Operations Management*. 2025. Vol. 71, No. 2. P. 176–194. DOI: https://doi.org/10.1002/joom.1297.

11. Бужимська К. О., Царук І. М. Управління бізнес-процесами торговельного підприємства в умовах цифровізації. *Економіка, управління та адміністрування*. 2025. № 1(111). С. 44–50. DOI: https://doi.org/10.26642/ema-2025-1(111)-44-50.

12. Сарахман О. М. Поведінкова складська логістика: людські чинники та «nudge»-інструменти зниження помилок комплектації. *Бізнес-навігатор*. 2026. Вип. 1(84). С. 85–89. DOI: https://doi.org/10.32782/business-navigator.84-13.

13. Головне управління статистики у Львівській області. Оборот роздрібної торгівлі Львівської області у січні–липні 2026 року : пресвипуск № 58. 31.08.2026. URL: https://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/themes/12/theme_12.php

14. Державна служба статистики України. Очікування підприємств роздрібної торгівлі в III кварталі 2026 року щодо перспектив розвитку їх ділової активності. 2026. URL: https://stat.gov.ua/uk/releases/ochikuvannya-pidpryyemstv-rozdribnoyi-torhivli-shchodo-perspektyv-rozvytku-yikh-dilovoyi-1

15. PwC Ukraine. *3PL Market: Looking Ahead. Practical Benchmark 2025–2026*. 2026. URL: https://www.pwc.com/ua/en/services/tax/customs/ukraine-logistics-market-research.html

## References

1. Sushchenko, R., & Ilchenko, N. (2023). Adaptation of supply chains to the challenges of martial law. *Commodity Science. Technologies. Engineering, 45*(1), 4–16. https://doi.org/10.31617/2.2023(45)01

2. Zaruba, V., Potrashkova, L., Khoroshevskyi, O., & Chmeruk, T. (2025). Construction of adaptive inventory management models for a trading enterprise under unstable conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4*(4(136)), 6–18. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.336050

3. Zhou, Y., Shen, X., & Yu, Y. (2023). Inventory control strategy: Based on demand forecast error. *Modern Supply Chain Research and Applications, 5*(2), 74–101. https://doi.org/10.1108/MSCRA-02-2023-0009

4. Wang, J., Chong, W. K., Lin, J., & Hedenstierna, C. P. T. (2024). Retail demand forecasting using spatial-temporal gradient boosting methods. *Journal of Computer Information Systems, 64*(5), 652–664. https://doi.org/10.1080/08874417.2023.2240753

5. Andrade, L. A. C. G., & Cunha, C. B. (2023). Disaggregated retail forecasting: A gradient boosting approach. *Applied Soft Computing, 141*, 110283. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110283

6. Li, Y., Zhang, R., & Jiang, D. (2022). Order-picking efficiency in e-commerce warehouses: A literature review. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 17*(4), 1812–1830. https://doi.org/10.3390/jtaer17040091

7. Tikwayo, L. N., & Mathaba, T. N. D. (2023). Applications of Industry 4.0 technologies in warehouse management: A systematic literature review. *Logistics, 7*(2), 24. https://doi.org/10.3390/logistics7020024

8. de Assis, R. F., Faria, A. F., Thomasset-Laperrière, V., Santa-Eulalia, L. A., Ouhimmou, M., & Ferreira, W. de P. (2024). Machine learning in warehouse

management: A survey. *Procedia Computer Science, 232,* 2790–2799. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.096

9. Lee, J., Ko, C., & Moon, I. (2024). E-commerce supply chain network design using on-demand warehousing system under uncertainty. *International Journal of Production Research, 62*(5), 1901–1927. https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2128462

10. Chen, K., Su, H.-C., Linderman, K., & Li, W. (2025). Last-minute coordination: Adapting to demand to support last-mile operations. *Journal of Operations Management, 71*(2), 176–194. https://doi.org/10.1002/joom.1297

11. Buzhymska, K. O., & Tsaruk, I. M. (2025). Upravlinnia biznes-protsesamy torhovelnoho pidpryiemstva v umovakh tsyfrovizatsii [Business process management of a trade enterprise in the context of digitalization]. *Ekonomika, upravlinnia ta administruvannia, 1*(111), 44–50. https://doi.org/10.26642/ema-2025-1(111)-44-50

12. Sarakhman, O. M. (2026). Povedinkova skladska lohistyka: Liudski chynnyky ta “nudge”-instrumenty znyzhennia pomylok komplektatsii [Behavioral warehouse logistics: Human factors and “nudge” tools for reducing order-picking errors]. *Biznes-navihator, 1*(84), 85–89. https://doi.org/10.32782/business-navigator.84-13

13. Holovne upravlinnia statystyky u Lvivskii oblasti. (2026, August 31). *Oborot rozdribnoi torhivli Lvivskoi oblasti u sichni–lypni 2026 roku* [Retail trade turnover of Lviv region in January–July 2026] (Press release No. 58). https://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/themes/12/theme_12.php

14. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (2026). *Ochikuvannia pidpryiemstv rozdribnoi torhivli v III kvartali 2026 roku shchodo perspektyv rozvytku yikh dilovoi aktyvnosti* [Expectations of retail trade enterprises regarding the prospects for the development of their business activity in the third quarter of

2026]. https://stat.gov.ua/uk/releases/ochikuvannya-pidpryyemstv-rozdribnoyi-torhivli-shchodo-perspektyv-rozvytku-yikh-dilovoyi-1

15. PwC Ukraine. (2026). *3PL market: Looking ahead. Practical benchmark 2025–2026*. https://www.pwc.com/ua/en/services/tax/customs/ukraine-logistics-market-research.html