

<https://doi.org/10.26565/2311-2379-2026-110-03>
УДК 519.86:658.7

О. Г. НИКОЛАЄВА *

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент закладу вищої освіти кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1105-7227>, e-mail: elena.nikolaeva@karazin.ua

В. В. ЗУБОВА *

старший викладач закладу вищої освіти кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5310-0932>, e-mail: vitalina.zubova@karazin.ua

А. А. ОВЧАРОВ *

магістр (ОПП Прикладна економіка)
e-mail: boss89715@gmail.com

* Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ: CASE STUDY

У статті розглядається управління запасами в невеликому сервісному центрі електроніки, який поєднує ремонт (B2C) з продажем запасних частин іншим майстерням та кінцевим споживачам (B2B/B2C). У цій гібридній моделі запаси є як вхідними ресурсами для надання послуг, так і продуктом для продажу, тому виникає конфлікт пріоритетів: продаж може зменшити доступність деталей для термінового ремонту. Мета роботи полягає в тому, щоб запропонувати інтегровану систему управління запасами, яка пов'язує сегментацію SKU (асортименту складу), налаштування параметрів поповнення (EOQ/ROP/резервний запас) та вимоги до даних для обліку попиту з розділенням каналів. Методологія поєднує теорію запасів та операційні дослідження: аналіз «як є» складських процесів та процедур поповнення запасів, розрахунок KPI (час ремонту, частота дефіциту запасів, оборот, частка неліквідних запасів), комбінований аналіз ABC/XYZ для вибору диференційованих політик контролю та ілюстративні розрахунки EOQ, точки замовлення (ROP) та страхового запасу в умовах невизначеності термінів виконання замовлення. Емпірична ілюстрація базується на інформації про запаси сервісного центру «ProхуS». Діагностика показує, що поточне поповнення запасів є реактивним і базується на інтуїтивних мінімальних порогах запасів без систематичного врахування попиту, вартості SKU та часу виконання замовлення. Виявлено ключову проблему з інформацією: вилучення запасів не реєструються за каналами споживання, тому попит на ремонт і попит на продаж агрегуються, що спричиняє міжканальну канібалізацію та затримки з ремонтом через очікування деталей. Сегментація ABC/XYZ підтримує диференційований набір політик: постійний перегляд і ROP/резервні запаси для високоцінних товарів класу А, простіший періодичний перегляд для товарів класу В та мінімалістичні правила і обмеження для товарів класу С. Інтеграція ABC/XYZ з EOQ/ROP/резервними запасами та правилами управління даними забезпечує практичний шлях від ситуативного до контрольованого управління запасами. Важливою передумовою є облік споживання за каналами (ремонт проти продажів) та реєстрація мінімального набору атрибутів на момент видачі (причина, тип клієнта, пріоритет та зв'язок із завданням/замовленням). Цей підхід є реалістичним для малих сервісних підприємств і може бути впроваджений поетапно: спочатку дисципліна даних та відстеження KPI, потім сегментація та карта політики, а потім налаштування параметрів поповнення для найцінніших та найважливіших позицій.

Ключові слова: **управління запасами, сервісний центр, аналіз ABC/XYZ, EOQ, точка повторного замовлення (ROP), страховий запас, час виконання замовлення.**

JEL Classification: C61, C02, M11.

Постановка проблеми. Управління запасами є одним із ключових напрямів діяльності підприємства, оскільки безпосередньо впливає на рівень сервісу, швидкість виконання замовлень і конкурентоспроможність, а також на обсяг заморожених оборотних коштів. Для сервісних центрів електроніки запаси одночасно забезпечують ремонт (B2C) і продаж



компонентів (B2B/B2C), тому помилки в політиці запасів швидко призводять або до дефіциту й втрати доходу, або до затоварювання і морального старіння. Потрібна адаптована модель управління запасами (УЗ), яка б поєднувала методи класифікації номенклатури, розрахунки EOQ/ROP/SS і правила контролю для різних категорій запасів. Така гібридна бізнес-модель вимагає більш складного підходу до прогнозування попиту та управління запасами, отже її розробка є своєчасною та практично значущою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фундаментальні принципи та методологія розв'язання проблем управління запасами висвітлені в класичних працях з логістичного менеджменту (Bowersox & Closs, 1996; Schrieblfeder, 2010; Silver, Pyke, & Peterson, 1998; Крикавський, Похильченко, & Фертч, 2019/2020). Серед сучасних дослідників, що присвятили свої публікації означеній тематиці, можна назвати таких українських вчених як Бондарчук Н.В., Тенета А.В., Бунда О.М., Вітюк Т.І., Меркулов М.М., Ширяєва Л.В., Гуральська, В.В. Резнік Н.П., Чорненька Л.М., Тирінов та багатьох інших. Так загальна удосконалена схема етапів всебічного аналітичного дослідження запасів підприємства описана в роботі (Бондарчук & Тенета, 2019). Автори описують проблеми, що виникають під час управління запасами, а саме, утрудненість якісної перевірки фактичного стану запасів; підбір оптимального портфеля постачання запасів; підбір економічно виправданих залишків продукції на складі. Розглянуті також організаційні аспекти проведення аналітичних досліджень виробничих запасів господарюючих суб'єктів. Аналізу запасів виробничого підприємства присвячена також стаття (Бунда & Вітюк, 2021], в якій розглянуто удосконалений підхід до проведення аналізу виробничих запасів підприємства хлібопекарської промисловості з використанням методів групування і порівняння показників при здійсненні горизонтального й вертикального аналізу, а також процедури узагальнення отриманих результатів. В (Резнік та ін., 2021) проведено ретельний аналіз самого поняття «запаси», досліджені та систематизовані причини їх створення, розтлумачено економічну сутність запасів та їх класифікацію. В статті (Sosunova et al., 2018) управління запасами розглядається як елемент ширшого контуру планування логістики в ланцюгу постачання, де важливі адаптивність і стійкість до зовнішніх збурень. У цьому контексті підкреслюється роль процедур планування та координації, які забезпечують гнучке реагування на зміни середовища та підтримують керованість матеріальних потоків.

Значна частка наукових праць присвячена моделюванню управління запасами в умовах невизначеності. Невизначеність може бути спричинена різноманітними факторами, але найчастіше вона пов'язана із стохастичністю та невизначеністю попиту та термінів постачання. В цих випадках зазвичай використовуються стохастичні моделі попиту, в яких обчислюються точка перезаказування (Reorder Point – ROP), страховий запас (Safety Stock – SS) та час (період) перезаказування (LT – Lead Time). У сучасних роботах з управління запасами для малих та середніх підприємств невизначеність попиту під час виконання замовлення (lead time) розглядають як ключовий чинник потреби у страхових запасах та коригуванні політики поповнення. Зокрема, запропоновано інтегровані моделі «постачальник–виробник» із періодичним переглядом запасів, де порівнюються сценарії backorder та lost sales і мінімізуються сукупні витрати в ланцюгу. Такий підхід є корисним для обґрунтування параметрів поповнення в умовах нестабільного попиту та обмежених ресурсів малого бізнесу (Dewa et al., 2022). Для малого та середнього бізнесу значний ефект можуть давати не лише параметри моделей поповнення, а й організаційні рішення щодо складської інфраструктури. Показано, що використання централізованого складу в межах кооперації/об'єднань здатне покращувати оборотність запасів і показники ліквідності підприємств, оскільки запаси є однією з найбільш «дорогих» складових оборотних активів (Zimon, 2020).

У відомій праці (Chorpa et al., 2004) розглядається вплив невизначеності термінів постачання (LT) на рівень страхового запасу. Автори статті спростували твердження про те, що при нормальному розподілі для рівнів обслуговування циклу вище 50 відсотків зменшення невизначеності терміну постачання спричиняє зменшення страхового запасу. Насправді в подібних умовах запас безпеки потрібно збільшувати. В статті (Волошина, 2016) було сформовано методологічний підхід до аналізу і управління поточними та страховим запасом харчових підприємств, для реалізації якого було застосовано п'ять моделей, в тому числі модель розрахунку страхового запасу за уточненою формулою Феттера.

Вичерпний огляд наукових праць, присвячених визначенню розміру страхових запасів з точки зору дослідження операцій наведено в (Gonçalves et al., 2020). Автором проаналізовано

більше сотні наукових джерел з цієї тематики. Детальний контент-аналіз зібраних статей дозволив описати стратегії визначення розміру страхового запасу з чотирьох різних точок зору. У кожній з них кожна стаття була додатково охарактеризована за типом моделі, технікою моделювання та критеріями ефективності, що використовувалися. Автори огляду сформулювали напрями подальших досліджень в цій сфері.

Наукова праця (Меркулов та ін., 2020) присвячена вибору моделі управління запасами в умовах невизначеності. В означеній роботі розглядається покроковий алгоритм вибору моделі як системи підтримки прийняття управлінського рішення в теорії управління виробничими запасами. Важливими критеріями для вибору тієї чи іншої моделі системи управління запасами (СУЗ) є детермінованість, стохастичність і невизначеність попиту, а також дискретний характер надходження і витрачання запасів. З урахуванням перелічених критеріїв в (Меркулов та ін., 2020) описані особливості систем управління запасами для моделей с постійною інтенсивністю попиту з дефіцитом і без дефіциту, з врахуванням і без врахування незадоволених вимог споживачів, з періодичною перевіркою рівня запасів.

Незважаючи на достатню кількість літературних джерел, присвячених моделюванню і оптимізації систем управління запасами, слід підкреслити, що підходи до формування і управління запасами сильно відрізняються в залежності від галузі діяльності підприємства, оскільки відрізняються їхні цілі, масштаби діяльності і умови функціонування. В оглянутій літературі є приклади дослідження особливостей і побудови системи управління запасами в різних галузях. Зокрема в (Кірдіна та ін., 2023) розглядалися проблеми і перспективи управління запасами на підприємствах залізничного транспорту. Крім урахування галузевої специфіки досить важливим фактором також виступають розміри підприємств. Окремі емпіричні дослідження підкреслюють, що вплив політик управління запасами на результати діяльності фірми може бути неоднорідним і залежати від масштабу бізнесу. Звідси випливає практичний висновок: рішення щодо параметрів поповнення та структури запасів доцільно адаптувати до класу підприємства (мале/середнє/велике), а не переносити «універсальні» налаштування (Vu Thi & Hoang, 2025). Це узгоджується з логікою case study для малих і середніх підприємств, де важлива прикладна адаптація моделі. Окремо досліджуються наслідки неточності обліку запасів та ефективність циклічних інвентаризацій у складських системах (Destro et al., 2023). Для дешевої номенклатури в практиці застосовують спрощені політики контролю, зокрема двобункерні (two-bin) схеми (Дробчак & Яковенко, 2022), а для критичних і дорогих позицій — безперервний контроль із параметризацією (EOQ/ROP/SS) (Захарченко та ін., 2023; Rosales et al., 2015). Водночас у доступній літературі недостатньо робіт, що розглядають сервісні центри електроніки з гібридною моделлю (ремонт + продаж), одиниці складського обліку (SKU) споживається двома каналами попиту, внаслідок чого виникає ризик «канібалізації» запасів. Саме це зумовлює необхідність інтегрованого підходу, який поєднує сегментацію номенклатури (ABC/XYZ аналіз), параметри моделей поповнення запасів (EOQ/ROP/SS) та правила ведення роздільного обліку попиту.

Таким чином, **мета даного дослідження** полягає у розробці та обґрунтуванні стратегії управління запасами сервісного центру з урахуванням специфіки функціонування даної компанії, зокрема двопотокового характеру надходження замовлень.

Методика дослідження включає: (1) діагностику чинної практики управління запасами та ключових показників ефективності; (2) класифікацію номенклатури за технологією ABC/XYZ аналізу; (3) добір політик поповнення для різних класів запасів; (4) оцінку параметрів формули економічного розміру замовлення (EOQ), точки замовлення (ROP) і страхового запасу (SS) з урахуванням часу виконання замовлення; (5) формування практичних рекомендацій для впровадження стратегії на підприємстві.

Об'єктом даного дослідження є механізм управління запасами малого підприємства, а саме сервісного центру, у сферу діяльності якого входить ремонт електронної техніки та оптово-роздрібний продаж обладнання для комп'ютерів і смартфонів.

Виклад основного матеріалу. Підприємство «ПрохуS» (назва змінена) функціонує у місті Суми та з 2018 року здійснює діяльність у сфері ремонту та продажу електронної цифрової техніки. На відміну від вузькоспеціалізованих майстерень, компанія займає особливе місце на локальному ринку, поєднуючи два взаємопов'язані напрями роботи:

1. Ремонтні послуги (B2C): основний сегмент діяльності, що охоплює комплекс діагностичних процедур та відновлення працездатності електронних пристроїв.

2. Оптово-роздрібна торгівля компонентами (B2B/B2C): підприємство виступає постачальником запчастин і комплектуючих для різних категорій клієнтів, серед яких:

- комерційні майстерні міста та області, що не мають власних каналів постачання або потребують термінових поставок;
- приватні майстри та кінцеві споживачі, які здійснюють самостійний ремонт.

Поєднання цих напрямів формує гібридну бізнес-модель і утворює специфічну проблему управління запасами: одна й та сама одиниця складського обліку (SKU) може використовуватися як для внутрішніх потреб ремонту, так і для зовнішніх продажів. Це ускладнює процес прогнозування та контролю, оскільки попит з боку клієнтів може неконтрольовано зменшувати залишки, необхідні для термінових ремонтів, і навпаки. Такий процес поглинання запасів в одному каналі обслуговування на шкоду іншому називають «канібалізацією».

"ProxyS" належить до категорії підприємств малого бізнесу, для яких характерною є мала кількість персоналу. В даному випадку всього 6 осіб. Організаційна структура має лінійно-функціональний характер, типовий для підприємств такого масштабу: функції чітко розподілені, хоча нерідко спостерігається суміщення обов'язків.

У сфері управління запасами ключові рішення приймає менеджер із постачання та продажів, який відповідає за формування замовлень постачальникам (як місцевим, наприклад «Uparts Sumy», так і закордонним — «China-Direct») та обробку клієнтських запитів. Водночас старший інженер і менеджер-приймальник нерідко ініціюють позапланові замовлення у випадках відсутності необхідних деталей для конкретних ремонтів. Це свідчить про відсутність єдиної формалізованої системи управління запасами та наявність елементів «ручного» регулювання, що може спричиняти неефективність під час прийняття рішень.

Для оцінювання загального стану підприємства та виявлення тенденцій було проведено аналіз ключових показників ефективності (KPI) за три роки (2022–2024), результати якого наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Динаміка основних показників діяльності "ProxyS" за 2022–2024 рр.
Table 1 – Dynamics of the main indicators of the activity of "ProxyS" for 2022–2024.

| Показник | Одиниця виміру | 2022 | 2023 | 2024 | Темп приросту 2024/2022 |
|--|----------------|---------|---------|---------|-------------------------|
| 1. Послуги з ремонту | | | | | |
| Кількість виконаних ремонтів | шт. | 1810 | 2150 | 2430 | +34,3% |
| Середня вартість ремонту | грн | 850,00 | 920,00 | 1050,00 | +23,5% |
| Виручка від ремонту (1x2) | грн | 1 538 | 1 978 | 2 551 | +65,8% |
| 2. Продаж компонентів | | | | | |
| Обсяг продажу компонентів | грн | 410 000 | 555 000 | 752 000 | +83,4% |
| 3. Загальні фінансові показники | | | | | |
| Загальна виручка (1.3 + 2.1) | грн | 1 948 | 2 533 | 3 303 | +69,5% |
| Прибуток (розрахунковий) | грн | 390 | 510 | 685 000 | +75,6% |
| 4. Операційні показники | | | | | |
| Середній час ремонту | днів | 3,5 | 3,1 | 2,9 | -17,1% |

Джерело: авторський розрахунок за даними підприємства / Source: author's calculation based on company data

Аналіз даних, наведених у таблиці 1, дозволяє сформулювати такі узагальнення:

- 1) Підприємство демонструє стійку позитивну динаміку основних фінансових показників. За три роки загальна виручка зросла майже на 70%, а прибуток — на 75,6%.

2) Середня вартість ремонтних послуг підвищилася на 23,5%. Це зростання можна пояснити як впливом інфляційних процесів, так і ускладненням технічних характеристик сучасних пристроїв, що потребують дорожчих комплектуючих та більш складних ремонтних операцій.

3) Обидва напрями діяльності підприємства розвиваються, проте продаж компонентів демонструє більш високі темпи приросту (+83,4%) порівняно з виручкою від ремонтних робіт (+65,8%). Така тенденція є типовою для торговельних структур подібного профілю.

Подальший етап дослідження передбачає детальну діагностику політики управління запасами у форматі «as-is» («як є»), тобто аналіз того, як компанія інвестує кошти у формування складських запасів, здійснює контроль попиту та організовує їх поповнення.

На основі даних облікової системи підприємства проведено аналіз структури та динаміки складських запасів. На звітну дату загальна номенклатура досліджуваних груп товарів (SKU) становила 35 позицій. Результати цього аналізу наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Структура поточних запасів "Proxys" за категоріями
Table 2 – Structure of current stocks of "Proxys" by categories

| Категорія товару | Поточна вартість на складі, грн | Частка в загальній вартості, % |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. Дисплеї | 55 720,00 | 45,3% |
| 4. Комплектуючі для ноутбуків | 35 680,00 | 29,0% |
| 2. Акумулятори (АКБ) | 16 940,00 | 13,8% |
| 3. Шлейфи та Роз'єми | 9 455,00 | 7,7% |
| 5. Мікросхеми (BGA) | 5 175,00 | 4,2% |
| 6. Витратні матеріали | (дані відсутні) | - |
| Разом | 122 970,00 | 100,0% |

Джерело: авторський розрахунок за даними підприємства / Source: author's calculation based on company data

Таблиця 2 дозволяє зробити важливі висновки щодо політики управління запасами підприємства:

1) Дві категорії – "Дисплеї" (45,3%) та "Комплектуючі для Ноутбуків" (29,0%) разом утворюють майже 75 відсотків загальної вартості товарів на складі і відносяться до категорій підвищеного фінансового ризику;

2) Досить часто у склад вартості запасів входять одиничні дорогі номенклатурні позиції. До того ж такі товари, як правило, мають позначку «під замовлення» і можуть бути прикладом "повільного" та ризикованого запасу;

3) На протилежному полюсі знаходиться категорія «дешеві, але важливі». До неї відносяться "Шлейфи/Роз'єми" (7,7%) та "Мікросхеми" (4,2%). Їхня сумарна частка є незначною в загальній вартості складських запасів. Але їх відсутність спричиняє операційні ризики, оскільки призводить до зупинки високомаржинального компонентного ремонту і простою в роботі інженерів, що шкодить іміджу сервісного центру.

Діагностика роботи складу свідчить про відсутність роздільного обліку споживання за каналами попиту ремонт / продаж: деталі списуються із залишку без фіксації причини. Це робить попит «чорною скринькою», унеможлиблює коректне прогнозування та сприяє «канібалізації» запасів, коли B2B-продажі вимивають критичні позиції номенклатури, потрібні для термінових ремонтів.

Результати аналізу попиту свідчать про відсутність чіткої системи визначення потреб підприємства, тоді як дослідження процесу закупівель показує, що компанія не має належних механізмів їх задоволення. Діагностика виявила, що процес поповнення запасів має реактивний характер, не є формалізованим, здебільшого здійснюється інтуїтивно та не враховує базові принципи теорії управління запасами.

Чинна система закупівель не забезпечує необхідного рівня сервісу, оскільки ігнорує ключові логістичні параметри – реальний попит та, що особливо важливо, час виконання замовлення.

ABC/XYZ-аналіз номенклатури. Однією з ключових проблем фірми є відсутність диференційованого підходу до обліку динаміки товарів. Уся номенклатура (від дорогих дисплеїв до дешевих мікросхем) контролюється за єдиним евристичним правилом «мінімального залишку». Такий підхід призводить до одночасного виникнення дефіциту за окремими позиціями та надлишку за іншими.

Цю проблему можна вирішити за допомогою ABC/XYZ-аналізу, який допомагає поділити номенклатуру складу на групи товарів за внеском в сумарну річну вартість (A, B, C) та за параметрами, що характеризують стабільність попиту (X, Y, Z). Матрицю розподілу SKU за 9 групами (включно з групою "D" – Dead stock, або неліквіди з нульовим споживанням) представлено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Матриця ABC/XYZ-аналізу для "ProхуS" (кількість SKU)
Table 3 – ABC/XYZ analysis matrix for "ProхуS" (number of SKUs)

| | X (Стабільний) | Y (Мінливий) | Z (Випадковий) |
|----------------------|----------------|--------------|----------------|
| A (Висока вартість) | 10 | 0 | 0 |
| B (Середня вартість) | 2 | 2 | 2 |
| C (Низька вартість) | 0 | 0 | 6 |
| D (Неліквіди) | 0 | 0 | 2 |

Джерело: авторський результат / Source: author's result

Таблиця 3 дозволяє виявити проблеми діючої політики управління запасами.

По-перше, 10 номенклатурних одиниць категорії AX (дисплеї, акумулятори для iPhone 11) мають стабільний попит і найвищі ціни. Отже, евристичний підхід для них є найгіршим з можливих рішень, оскільки стабільний попит, який забезпечує точність прогнозування, не задіяний у розрахунку страхового запасу.

По-друге, проблемні категорії BZ і CZ пов'язані з нерегулярним, випадковим попитом. Це найскладніші групи товарів для управління запасом. Для них поточне правило "мінімального залишку" або створює дефіцит (якщо мінімум нульовий), або сприяє накопичуванню неліквідних товарів (якщо мінімум додатний, а попиту немає).

По-третє, комірka DZ у матриці ABC/XYZ-аналізу виступає найбільш виразним сигналом нерационального управління запасами, адже в ній зафіксовано дві позиції з нульовим річним споживанням, які й далі залишаються на складі. Фактично це наслідок невдалих рішень по закупівлі. Сукупна вартість запасів категорії DZ на поточний момент становить 8 250,00 грн, тобто йдеться про прямі та практично безповоротні втрати підприємства, що виникли через неефективну систему управління.

Ще однією виявленою проблемою є наявність надлишкового запасу – однієї позиції на суму 1 620,00 грн. Ці кошти не можна вважати остаточно втраченими, проте вони надовго вилучені з обороту, що негативно позначається на загальній швидкості обігу запасів.

Коефіцієнт оборотності запасів становить 10,02 оберти на рік. Інакше кажучи, середній строк перебування товару на складі дорівнює 36.4 дням (365 днів / 10.02).

Для динамічного ринку ремонту електроніки, на якому ключові моделі, а разом із ними і відповідні комплектуючі, морально старіють упродовж 1-2 років, зберігання запасів понад один місяць (36.4 дня) слід оцінювати як незадовільне. Це вказує на недостатню ефективність використання капіталу та підвищений ризик морального старіння товарів.

Отже, дослідження чинної практики показало, що неформалізований та переважно евристичний підхід до управління запасами на "ProхуS" породжує низку системних проблем, які мають кількісне підтвердження, а саме:

1. Конфлікт попиту ("канібалізація" запасів для B2C-ремонтів через B2B-продажі);
2. Нехтування часом поставки, що спричиняє дефіцит;
3. Відсутність диференційованого підходу до управління запасами за окремими категоріями товарів (ABC/XYZ-аналіз);
4. Низька оборотність запасів (36.4 дня), прямі втрати від неліквідних залишків (8 250 грн) і кошти, "заморожені" в надлишкових запасах (1 620 грн).

У сукупності ці чинники безпосередньо зумовлюють збільшення середнього часу обслуговування та фінансові втрати, що підтверджує необхідність оптимізації управління запасами.

Для розв'язання окреслених проблем у цьому дослідженні запропоновано диференційований підхід.

Для групи високовартісних товарів, тобто групи А, до якої належать, зокрема, дисплейні модулі, що акумулюють найбільшу частку оборотних коштів, доцільно використовувати формулу оптимального розміру замовлення (EOQ), оскільки вона дає змогу мінімізувати сукупні витрати::

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}}, \quad (1)$$

де D – річний попит (шт.); S – витрати на оформлення одного замовлення, що охоплюють транспортні та адміністративні витрати (грн); H – річні витрати на зберігання одиниці запасу, грн.

Вихідні дані для розрахунку наведено нижче.

Для розрахунку обрано позицію «Дисплейний модуль iPhone 12».

Річний попит (D): відповідно до результатів ABC-аналізу (п. 1.1) становить 78 шт.

Витрати на замовлення (S): розрахункова вартість оформлення однієї поставки (доставка перевізником "Нова Пошта" + робочий час менеджера) дорівнює 150 грн.

Витрати на зберігання (H): прийняті на рівні 20% від закупівельної ціни товару (1540 грн), тобто 308 грн/рік; цей показник враховує ризик морального старіння та альтернативну вартість капіталу.

Підставлення наведених параметрів у формулу (1) дає змогу визначити оптимальний розмір замовлення; з урахуванням неподільності товару він становить 9 дисплейних модулів.

Як показано на рис. 1, точка перетину кривих витрат на зберігання (Holding Cost) і витрат на замовлення (Ordering Cost) збігається з розрахованим значенням EOQ. Відхилення від цього обсягу в будь-який бік зумовлює зростання сукупних витрат підприємства.

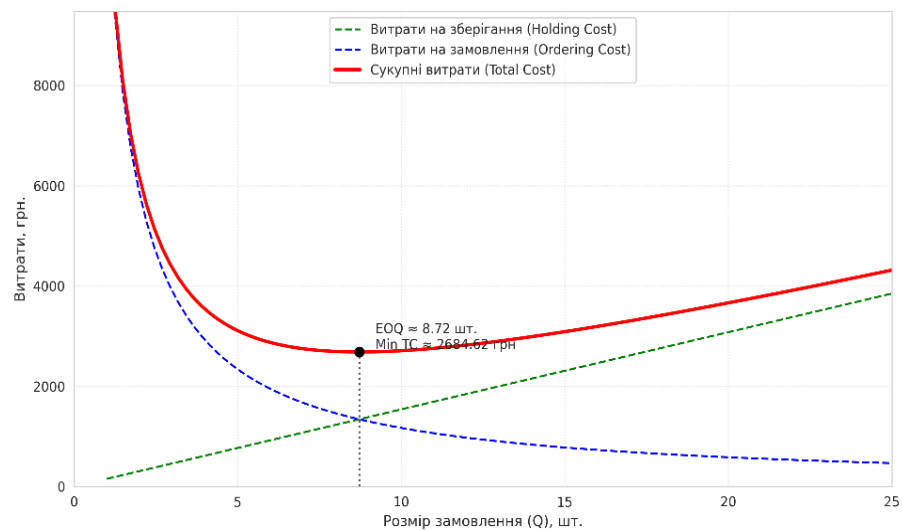


Рис. 1. Визначення точки мінімуму сукупних витрат (EOQ)

Fig. 1. Determining the minimum total cost (EOQ) point

Джерело: розроблено в середовищі Colab / Source: Developed in Colab environment

Визначення точки замовлення (Reorder Point) та страхового запасу. Страховий запас формується з огляду на мінливість попиту та можливі затримки постачання. Точка замовлення

(ROP) задає такий рівень складського залишку, за досягнення якого система має автоматично ініціювати нове замовлення:

$$ROP = d_{avg} \cdot L + SS, \quad (2)$$

де d_{avg} – середньоденний попит; L – термін виконання замовлення (Lead Time); SS – страховий запас (Safety Stock).

Під час обчислення страхового запасу використано підхід, заснований на концепції рівня обслуговування (Service Level). Для розглядуваної групи А встановлено цільовий рівень 95% (Z-фактор = 1.645).

$$SS = Z \cdot \sigma_d \cdot \sqrt{L}, \quad (3)$$

Для дисплейного модуля маємо такі вихідні параметри: середньоденний попит $d_{avg} = 78/365 \approx 0,21$ шт./день; час поставки (Київ – Суми) $L = 3$ дні; стандартне відхилення попиту $\sigma_d = 1,2$.

Після підстановки цих значень у формули (2) і (3) отримуємо такі орієнтовні параметри: страховий запас $SS = 4$ шт., а точка замовлення – близько 5 шт.

Отже, для товарів групи А пропонується такий алгоритм управління запасами: коли фактичний залишок знижується до 5 одиниць, слід оформлювати замовлення на 9 одиниць (рис. 2).

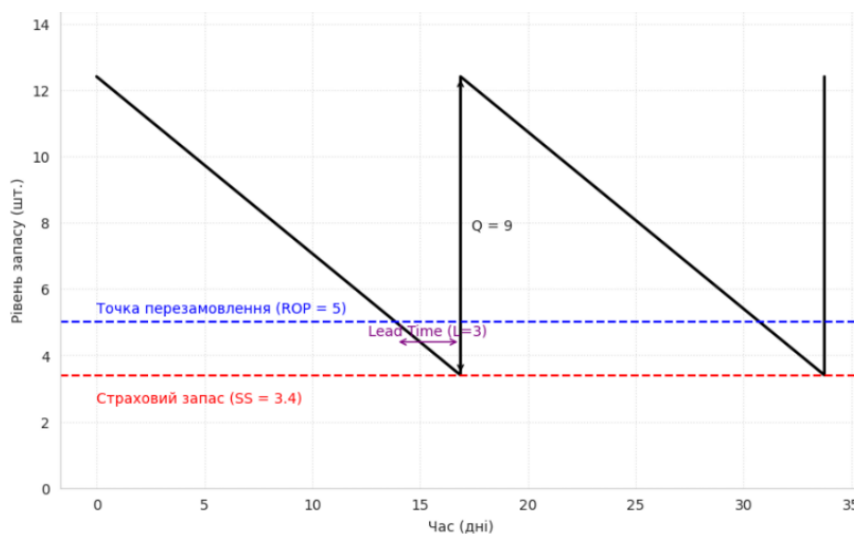


Рис. 2. Динаміка запасів з фіксованим розміром замовлення та страховим резервом
Fig. 2. Dynamics of inventories with a fixed order size and an insurance reserve

Джерело: розроблено в середовищі Colab / Source: Developed in Colab environment

Удосконалення політики для групи С ("Двобункерна система"). Для номенклатури групи С – витратних матеріалів і дрібних компонентів, наприклад CONS-SOLDER, – яка характеризується низькою вартістю та стабільним споживанням, застосування складних математичних моделей недоцільне.

Для цієї групи доцільно застосовувати метод двох бункерів (Two-bin system). Його суть полягає у фізичному поділі запасу на дві частини:

- 1) Робочий бункер, який використовується для поточних потреб;
- 2) Резервний бункер, який містить запас, достатній для забезпечення роботи протягом часу виконання нового замовлення.

Алгоритм функціонування є таким: моментом замовлення вважається повне вичерпання робочого бункера. Перехід до використання резервного бункера слугує для менеджера сигналом (тригером) про необхідність закупівлі стандартної партії товару. Такий підхід дає

зможу скоротити адміністративні витрати на облік і контроль дешевих позицій та вивільнити час персоналу для роботи з пріоритетними групами А і В.

Висновки. Для сервісної компанії «ProхуS» встановлено невідповідність її гібридної бізнес-моделі (ремонт + продаж) реактивній політиці управління запасами. Ключова причина дефіцитів – відсутність роздільного обліку попиту за каналами попиту та ігнорування часу виконання замовлення, що збільшує витрати часу на ремонт і знижує рівень сервісу. Запропонована інтегрована політика контролю та управління (ABC/XYZ + EOQ/ROP/SS) для дорогих позицій (група А) і спрощені правила контролю для низьковартісної номенклатури, що зменшує ризик дефіциту та обсяг неліквідів.

Таким чином, для групи А (стратегічні запаси) запропоновано перехід на модель з фіксованим розміром замовлення та постійним контролем. Для групи С (витратні матеріали) обґрунтовано впровадження візуальної системи «двох бункерів», що дозволить скоротити витрати часу персоналу.

На прикладі дисплейного модуля iPhone 12 оцінено оптимальні значення розміру (за формулою Уилсона), точки замовлення та рівня страхового запасу (з рівнем сервісу 95%). Оптимальний розмір замовлення (EOQ) складає 9 од., точку замовлення (ROP) – 5 од. Застосування вказаних формул дозволяє збалансувати витрати на зберігання та оформлення замовлення, а також гарантувати наявність товару протягом часу виконання замовлення.

В результаті компанія «ProхуS» зможе забезпечити мінімізацію втрат від дефіциту, вивільнення «заморожених» коштів з неліквідних запасів та скорочення середнього часу виконання замовлень та підвищити свою конкурентоспроможність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bowersox D. J., Closs D. J. *Logistical management: The integrated supply chain process*. New York : McGraw-Hill, 1996. 730 p.
2. Schrieber J. *Achieving effective inventory management* : [5th ed.]. Coppel, TX : Effective Inventory Management, 2010. 316 p.
3. Silver E. A., Pyke D. F., Peterson R. *Inventory management and production planning and scheduling* : [3rd ed.]. New York : Wiley, 1998. 784 p.
4. Крикавський Є. В., Похильченко О. А., Фертч М. *Логістика та управління ланцюгами поставок* : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 848 с.
5. Бондарчук Н.В., Тенета А.В. *Організаційно-методичні засади аналізу запасів для потреб управління підприємством*. Економіка, управління та адміністрування. 2019. № 3. С. 106-113. [https://doi.org/10.26642/ema-2019-3\(89\)-106-113](https://doi.org/10.26642/ema-2019-3(89)-106-113)
6. Бунда О. М., Вітюк Т. І. *Аналіз запасів виробничого підприємства*. Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку. 2021. № 24. С. 140–148. <https://doi.org/10.33813/2224-1213.24.2021.14>
7. Резнік Н. П., Чорненька Л. М., Тирінов А. В. *Поняття та сутність матеріальних запасів у логістичній системі підприємства*. Вісник Хмельницького національного університету. Серія Економічні науки. 2021, № 6, Том 2. С. 220-225. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-300-6/2-36>
8. Sosunova L. A., Noskov S. V., Goryacheva I. A., Astafieva N. V., Kalashnikov S. A. *Improving the management technique of logistics planning in the supply chain. Problems and Perspectives in Management*. 2018. Vol. 16, No. 3. P. 48–62. [https://doi.org/10.21511/ppm.16\(3\).2018.05](https://doi.org/10.21511/ppm.16(3).2018.05)
9. Dewa P. K., Patanduk Y., Jumintono. *An improvement of supplier-manufacture inventory system integrated with stochastic periodic review modeling for SMEs in Indonesia*. *Economic Annals-XXI*. 2022. No. 198(7–8). P. 24–33. <https://doi.org/10.21003/ea.V198-03>
10. Zimon G. *The influence of the central warehouse on the functioning of Polish small and medium-sized enterprises operating in group purchasing organizations*. *Problems and Perspectives in Management*. 2020. Vol. 18, No. 1. P. 26–32. [https://doi.org/10.21511/ppm.18\(1\).2020.03](https://doi.org/10.21511/ppm.18(1).2020.03)
11. Chopra S., Reinhardt G., Dada M. *The effect of lead time uncertainty on safety stocks*. *Decision Sciences*. 2004. Vol. 35, No. 1. P. 1–24. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5414.2004.02332.x>
12. Волошина В. В. *Формування поточного і страхового рівня запасів як складова управління операційними витратами*. Український журнал прикладної економіки. 2016. Том 1. № 1. С. 22-28.

13. Gonçalves J. N. C., Carvalho M. S., Cortez P. Operations research models and methods for safety stock determination: A review. *Operations Research Perspectives*. 2020. Vol. 7. Art. 100164. . <https://doi.org/10.1016/j.orp.2020.100164>

14. Меркулов М.М., Ширяева Л.В., Гуральська В.В. Вибір моделі формування системи управління запасами на підприємстві. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент*. 2020. Вип. 46. С. 95-102. <https://doi.org/10.32841/2413-2675/2020-46-11>

15. Кірдіна О.Г., Гурьев О.О., Гриценко Д.А. Управління запасами підприємств залізничного транспорту: проблеми та перспективи. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2023. № 84. С. 38-47. <https://doi.org/10.18664/btie.84.301263>

16. Thi Hai Anh Vu, Hoang Thi Thanh. The impact of inventory management on Vietnam's industrial firm performance: A double-threshold regression approach. *Investment Management and Financial Innovations*. 2025. Vol. 22, No. 4. P. 57–69. [http://dx.doi.org/10.21511/imfi.22\(4\).2025.05](http://dx.doi.org/10.21511/imfi.22(4).2025.05)

17. Захарченко В.І., Топалова І. А., Балахонова О. В. До питання систематизації моделей управління запасами в інтегрованих ланцюгах постачання. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія «Економіка»*. 2023. Випуск № 54. С. 4-12. <https://doi.org/10.32782/2413-2675/2023-54-1>

18. Destro I. R., Staudt F. H., Somensi K., Taboada C. The impacts of inventory record inaccuracy and cycle counting on distribution center performance. *Production*. 2023. Vol. 33. Art. e20220077. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20220077>

19. Rosales C. R., Magazine M., Rao U. S. The 2Bin system for controlling medical supplies at point-of-use. *European Journal of Operational Research*. 2015. Vol. 243, No. 1. P. 271–280. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.10.041>

20. Дробчак М.О., Яковенко О.Г. Моделювання управління запасами в бюджетному процесі промислового підприємства. *Бізнес Інформ*. 2022. № 1. С. 152-158. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-1-152-158>

Конфлікт інтересів: автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів.

*Стаття надійшла до редакції 30.01.2026
Стаття рекомендована до друку 20.03.2026
Стаття опублікована 25.05.2026*

REFERENCES

1. Bowersox, D. J., & Closs, D. J. (1996). *Logistical management: The integrated supply chain process*. New York: McGraw-Hill.
2. Schrieber, J. (2010). *Achieving effective inventory management* (5th ed.). Coppel, TX: Effective Inventory Management.
3. Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). *Inventory management and production planning and scheduling* (3rd ed.). New York: Wiley.
4. Krykavskiy, Ye. V., Pokhylchenko, O. A., & Fertch, M. (2019). *Logistics and supply chain management: Textbook*. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House. (in Ukrainian)
5. Bondarchuk, N. V., & Teneta, A. V. (2019). Organizational and methodological principles of inventory analysis for enterprise management needs. *Economics, Management and Administration*, (3), 106–113. [https://doi.org/10.26642/ema-2019-3\(89\)-106-113](https://doi.org/10.26642/ema-2019-3(89)-106-113) (in Ukrainian)
6. Bunda, O. M., & Vityuk, T. I. (2021). Analysis of inventories of a manufacturing enterprise. *Problems of Innovation and Investment Development*, (24), 140–148. <https://doi.org/10.33813/2224-1213.24.2021.14> (in Ukrainian)
7. Reznik, N. P., Chornenska, L. M., & Tyrinov, A. V. (2021). The concept and essence of material inventories in the enterprise logistics system. *Bulletin of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences Series*, 6(2), 220–225. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-300-6/2-36> (in Ukrainian)
8. Sosunova, L. A., Noskov, S. V., Goryacheva, I. A., Astafieva, N. V., & Kalashnikov, S. A. (2018). Improving the management technique of logistics planning in the supply chain. *Problems and Perspectives in Management*, 16(3), 48–62. [https://doi.org/10.21511/ppm.16\(3\).2018.05](https://doi.org/10.21511/ppm.16(3).2018.05)

9. Dewa, P. K., Patanduk, Y., & Jumintono. (2022). An improvement of supplier-manufacture inventory system integrated with stochastic periodic review modeling for SMEs in Indonesia. *Economic Annals-XXI*, 198(7–8), 24–33. <https://doi.org/10.21003/ea.V198-03>
10. Zimon, G. (2020). The influence of the central warehouse on the functioning of Polish small and medium-sized enterprises operating in group purchasing organizations. *Problems and Perspectives in Management*, 18(1), 26–32. [https://doi.org/10.21511/ppm.18\(1\).2020.03](https://doi.org/10.21511/ppm.18(1).2020.03)
11. Chopra, S., Reinhardt, G., & Dada, M. (2004). The effect of lead time uncertainty on safety stocks. *Decision Sciences*, 35(1), 1–24. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5414.2004.02332.x>
12. Voloshyna, V. V. (2016). Formation of current and safety stock levels as a component of operating cost management. *Ukrainian Journal of Applied Economics*, 1(1), 22–28. (in Ukrainian)
13. Gonçalves, J. N. C., Carvalho, M. S., & Cortez, P. (2020). Operations research models and methods for safety stock determination: A review. *Operations Research Perspectives*, 7, 100164. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2020.100164>
14. Merkulov, M. M., Shyriaieva, L. V., & Huralska, V. V. (2020). Selection of a model for forming an inventory management system at an enterprise. *Scientific Bulletin of the International Humanitarian University. Economics and Management Series*, (46), 95–102. <https://doi.org/10.32841/2413-2675/2020-46-11> (in Ukrainian)
15. Kirdina, O. H., Huriev, O. O., & Hrytsenko, D. A. (2023). Inventory management of railway transport enterprises: Problems and prospects. *Bulletin of Transport Economics and Industry*, (84), 38–47. <https://doi.org/10.18664/btie.84.301263> (in Ukrainian)
16. Vu, T. H. A., & Hoang, T. T. (2025). The impact of inventory management on Vietnam's industrial firm performance: A double-threshold regression approach. *Investment Management and Financial Innovations*, 22(4), 57–69. [https://doi.org/10.21511/imfi.22\(4\).2025.05](https://doi.org/10.21511/imfi.22(4).2025.05)
17. Zakharchenko, V. I., Topalova, I. A., & Balakhonova, O. V. (2023). On the issue of systematization of inventory management models in integrated supply chains. *Scientific Bulletin of the International Humanitarian University. Economics Series*, (54), 4–12. <https://doi.org/10.32782/2413-2675/2023-54-1> (in Ukrainian)
18. Destro, I. R., Staudt, F. H., Somensi, K., & Taboada, C. (2023). The impacts of inventory record inaccuracy and cycle counting on distribution center performance. *Production*, 33, e20220077. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20220077>
19. Rosales, C. R., Magazine, M., & Rao, U. S. (2015). The 2Bin system for controlling medical supplies at point-of-use. *European Journal of Operational Research*, 243(1), 271–280. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.10.041>
20. Drobchak, M. O., & Yakovenko, O. G. (2022). Modeling inventory management in the budget process of an industrial enterprise. *Business Inform*, (1), 152–158. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-1-152-158> (in Ukrainian)

Conflict of Interest: the authors declare no conflict of interest.

*The article was received by the editors 30.01.2026
The article is recommended for printing 20.03.2026
The article was published on 25.05.2026*

O. NIKOLAEVA*, PhD (Physical and Mathematical), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics and Applied Economics, <https://orcid.org/0000-0002-1105-7227>, elena.nikolaeva@karazin.ua
V. ZUBOVA*, Senior Lecturer of the Department of Economic Cybernetics and Applied Economics, <https://orcid.org/0000-0002-5310-0932>, vitalina.zubova@karazin.ua
A. OVCHAROV*, Master (Applied Economics), boss89715@gmail.com

* V. N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

MODELING AND OPTIMIZATION OF SERVICE CENTER INVENTORY MANAGEMENT: CASE STUDY

The paper addresses inventory management in a small electronics service center that combines repairs (B2C) with selling spare parts to other workshops and end customers (B2B/B2C). In this hybrid model, inventory is both an input to service delivery and a product for sale, so a priority conflict arises: sales may reduce

availability of parts for urgent repairs. The purpose is to propose an integrated inventory management system that links SKU segmentation (ABC/XYZ), replenishment parameter settings (EOQ/ROP/safety stock), and data requirements for channel-separated demand accounting. The methodology combines inventory theory and operations research: an “as-is” review of warehouse processes and replenishment routines, KPI calculation (repair time, stockout frequency, turnover, dead-stock share), combined ABC/XYZ analysis to select differentiated control policies, and illustrative calculations of EOQ, reorder point (ROP) and safety stock under lead-time uncertainty. The empirical illustration is based on inventory information from the «ProxyS» service center. The diagnostics shows that current replenishment is reactive and relies on intuitive minimum-stock thresholds without systematic consideration of demand, SKU value and lead time. A key information issue is identified: inventory withdrawals are not tagged by consumption channel, so repair demand and sales demand are aggregated, which triggers cross-channel cannibalization and repair delays due to waiting for parts. ABC/XYZ segmentation supports a differentiated policy set: continuous review and ROP/safety stock for high-value A-class items, simpler periodic review for B-class items, and minimalistic rules and limits for C-class items. Integrating ABC/XYZ with EOQ/ROP/safety stock and data-governance rules provides a practical pathway from ad-hoc to controlled inventory management. A critical prerequisite is channel-separated consumption accounting (repairs vs. sales) and recording a minimal set of attributes at issue time (reason, customer type, priority, and job/order linkage). The approach is feasible for small service businesses and can be implemented in stages: first data discipline and KPI tracking, then segmentation and a policy map, then replenishment parameter tuning for the most valuable and critical items.

Keywords: inventory management, service center, ABC/XYZ analysis, EOQ, reorder point (ROP), safety stock, lead time.

JEL Classification: C61, C02, M11.

Як цитувати: Ніколаєва О.Г., Зубова В.В., & Овчаров А.А. Моделювання і оптимізація управління запасами сервісного центру: case study. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Економічна»*. 2026. Вип. 110. С. 36–47. <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2026-110-03>

In cites: Nikolaeva O., Zubova V., & Ovcharov A. (2026). Modeling and optimization of service center inventory management: case study. *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University. Economic Series*, (110), 36–47. <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2026-110-03> (in Ukrainian)
