

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.
Ефективна економіка. 2026. № 1. ISSN 2307-2105

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.1.120>

УДК 658.7:519.8

*Б. О. Решетняк,
аспірант, Київський національний економічний університет
ім. Вадима Гетьмана
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0318-4579>*

НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАННЯ

*B. Reshetniak,
PhD student, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman*

SCIENTIFIC APPROACHES TO SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION

Стаття присвячена систематизації наукових підходів до оптимізації ланцюга постачання підприємств в умовах глобальної невизначеності та цифрової трансформації. Розглянуто еволюцію підходів від класичних моделей мінімізації витрат до сучасних адаптивних стратегій, що базуються на технологіях Big Data, AI та IoT. Визначено відміни в наукових підходах до визначення критеріїв оптимізації ланцюга постачання. Проаналізовано сучасні методи оптимізації, включаючи сценарне моделювання, цифрові платформи та управління ризиками. Запропоновано перспективи досліджень, спрямованих на підвищення гнучкості, резильєнтності та екологічної стійкості ланцюгів постачання для забезпечення конкурентоспроможності бізнесу. Дослідження підкреслює

важливість інтеграції цифрових двійників, прогнозної аналітики та гібридних алгоритмів для підвищення ефективності управління потоками в реальному часі та зниження ризиків у глобальних кризових умовах.

The article focuses on the systematization of scientific approaches to supply chain optimization in modern enterprises. It analyzes the evolution of optimization methods from classical cost-minimization techniques to advanced adaptive strategies based on Big Data, Artificial Intelligence, and Internet of Things technologies. The study identifies key optimization parameters, including economic, logistical, qualitative, technical, and environmental factors, and emphasizes their role in achieving strategic goals. Current trends such as scenario modeling, digital platforms integration (MES, WMS, TMS), and risk-oriented approaches are discussed in detail. Special attention is given to the Bullwhip Effect, its causes, and strategies for mitigation through transparency, data sharing, and centralized demand planning. The paper highlights the importance of resilience and flexibility in supply chains under conditions of uncertainty and global crises. Furthermore, it outlines future research directions, including the development of adaptive models for real-time flow management, integration of Industry 4.0 technologies, hybrid algorithms for multi-criteria optimization, and green supply chain models aimed at reducing carbon footprint. Comprehensive evaluation methods such as KPI analysis, benchmarking, TCO assessment, and simulation modeling are presented as essential tools for measuring optimization effectiveness. The findings contribute to the theoretical foundation and practical implementation of supply chain optimization strategies, offering enterprises competitive advantages and improved sustainability in volatile environments. Additionally, the study emphasizes the role of digital transformation and predictive analytics in enhancing decision-making processes, reducing operational risks, and improving customer service levels. By combining technological innovation with strategic planning, organizations can achieve higher efficiency, adaptability, and

long-term resilience, ensuring sustainable development and competitiveness in global markets.

Ключові слова: *оптимізація ланцюга постачання, резильєнтність, адаптивні моделі, цифрова трансформація, Big Data, ефект батога, екологічна стійкість.*

Keywords: *supply chain optimization, resilience, adaptive models, digital transformation, Big Data, Bullwhip Effect, environmental sustainability.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасні умови функціонування підприємств характеризуються високою динамічністю ринкового середовища, глобалізацією економічних процесів та зростанням рівня невизначеності. Ланцюги постачання перетворилися на складні інтегровані системи, що охоплюють виробників, постачальників, логістичних операторів і кінцевих споживачів. Будь-які збої в їх роботі призводять до значних фінансових втрат, зниження рівня сервісу та втрати конкурентних переваг. Особливо гостро ці проблеми проявляються в умовах кризових явищ, таких як воєнні конфлікти, порушення інфраструктури, коливання попиту та нестабільність постачання.

Зазначені аспекти актуалізують розбудову нових наукових підходів до оптимізації ланцюга постачання, які враховують сучасні виклики та можливості цифрової трансформації. Традиційні методи, орієнтовані виключно на мінімізацію витрат, вже не відповідають вимогам часу. Сьогодні ключовими стають багатокритеріальні моделі, що поєднують економічні, логістичні, якісні, технічні та екологічні параметри, а також інтегрують технології Big Data, AI, IoT для управління потоками в режимі реального часу. Дослідження в цьому напрямку набувають стратегічного значення для економічного розвитку, конкурентоспроможності бізнесу та впровадження інноваційних технологій у логістичні системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз сучасних досліджень в сфері оптимізації ланцюга постачання дозволяє визначити основні напрями розвідок організаційних, управлінських та інформаційно-технологічних аспектах цього напрямку.

Movahedipour M., Fiala P, Mishra A. досліджують вплив ризику, невизначеність та резильєнтність на організацію ланцюга постачання. На рівні прикладних українських кейсів кризових явищ (війна, збої інфраструктури) Кривещенко, В., Пічугіна Ю. та ін. зміщують пріоритети з «мінімізації витрат» до забезпечення безперервності й перерозподілу ризиків між ланками [1; 2; 3; 4; 5].

Kumar M., Torabi S.A., вивчають питання координації логістичних процесів та застосування ігрових моделей для вирішення завдання оптимального розподілу вигоди, зменшення конфліктів цілей та реалізації стратегій кооперації [6; 7].

Ремзіна Н., Пешко М., розглядають Lean, Agile та Leagile підходи в оптимізації ланцюга постачання [8; 9].

Оптимізації в умовах онлайн-торгівлі та омніканально бізнесу присвячені праці Ismail Z., Fiala P., Okura M., Greco S., де розглядаються підходи до організації виконання замовлення, трансшипменту та перенесення замовлень між вузлами мережі. Сукупно ці роботи закладають підхід «адаптивного виконання» (adaptive fulfilment), де рішення щодо руху в межах ланцюга постачання не фіксовані на етапі плану, а постійно оновлюються відповідно до змін умов постачання [10; 11; 12; 13; 14]. Технології інтеграції даних в логістичних інформаційних системах на засадах цифрових платформ MES, WMS, TMS розглядаються в дослідженнях Acimovic J., Репіч Т. [15; 16].

Xu P. Allgor R., Graves S. досліджують прикладні інструменти моделювання та цифрової трансформації (Applied modeling & digital transformation) з застосуванням реальних кейсів оптимізації ланцюгів

постачання за допомогою сучасних програмних продуктів (зокрема, anyLogistix) [17; 18; 19; 20].

Підсумовуючи цю частину статті зауважемо, що ключовими напрямками досліджень в теорії оптимізації ланцюга постачання є системний контроль, моніторинг, сценарне планування та державно-бізнесова взаємодія, імітаційне моделювання та цифрові рішення, а також глобальні проблеми кризових впливів та загроз. В цьому контексті надважливим бачиться поглиблене вивчення теоретичного базису та сучасних підходів до вирішення завдання оптимізації, зокрема в частині визначення пріоритетних критеріїв та показників ефективності функціонування інтегрованого ланцюга постачання.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є систематизація наукових підходів до визначення критеріїв оптимізації ланцюга постачання підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. Теоретичний базис оптимізації ланцюга постачання включає широкий спектр методів і підходів, спрямованих на мінімізацію витрат, покращення якості обслуговування, а також підвищення загальної продуктивності ланцюга постачання. У формуванні чітких наукових уявлень щодо оптимізації процесів постачання спостерігається певна еволюційна закономірність, яку характеризують послідовні етапи розвитку наукової думки, від первинного бачення сенсу оптимізації в зниженні логістичних витрат до сучасних адаптивних моделей з використанням технологій Big Data, AI.

Узагальнено зміст та послідовність основних етапів еволюції наукових підходів до оптимізації ланцюга постачання характеризує наведена схема (рис. 1).

Zelený M. пов'язує початковий етап еволюції наукових підходів до оптимізації ланцюга постачання з використанням його процесно-орієнтованої моделі Основний акцент в організації ланцюга при цьому робиться на раціоналізації матеріало- та інформаційних потоків та мінімізації витрат. Поширеними в цей час є класичні методи оптимізації (лінійне

програмування, транспортні задачі). Також для цього періоду характерним є започаткування концепції багатоцільової оптимізації (multiobjective optimization), що дозволяє вирішити завдання багатокритеріального моделювання [21].



Рис. 1. Етапи еволюції наукових підходів до оптимізації ланцюга постачання

*Складено автором за [1; 5; 13; 20; 21; 22; 23].

З часом на етапі багатокритеріального аналізу та інтеграції набувають розвитку методи MCDA (Multiple Criteria Decision Analysis) для балансування витрат, сервісу, часу, застосування ігрових моделей для розподілу прибутку та координації між учасниками ланцюга та використання системного дизайну та інтеграції інформаційних потоків [13; 20].

Movahedipour M. зазначає, що на етапі аналітичної оптимізації та гібридних моделей спостерігається перехід до метаевристичних, симуляційних та гібридних алгоритмів. Процедура оптимізації охоплює планування, прогнозування, диспетчеризацію в єдиній архітектурі. Fiala P вказує на

зростаючу роль координаційних механізмів (аукціони, коопетиція) для усунення подвійної маржиналізації [1; 20].

Виклики невизначеності та крихкості зовнішнього середовища зміщують фокус уваги в підходах до оптимізації в бік побудови ризик-орієнтованих моделей та дотримання принципів гнучкості, адаптивності й резильєнтності в організації ланцюга постачання. Suryawanshi & Dutta, Mishra et al. зазначають, що для сучасних оптимізаційних моделей ланцюга постачання характерним є використання критеріїв стійкості (resilience) та адаптивності до невизначеності, методів сценарного моделювання, стрес-тестів, цифрових двійників, інтеграції буферів часу та запасів у функції оптимізації [22; 5].

Розвиток та впровадження технологій Індустрії 4.0 трансформують підходи до вирішення завдання оптимізації ланцюга постачання через використання Big Data, AI, IoT, що дозволяє спостерігати та контролювати процеси режимі real-time. Основними методами оптимізації стають динамічні моделі, що враховують ризики, багатокритеріальні цілі та координацію руху потоків [23].

Еволюція наукових поглядів на принципи, способи та моделі оптимізації ланцюга постачання висвітлює сучасне розуміння поняття багатокритеріальності оптимізаційних задач та вибору переліку критеріїв оптимізації ланцюга постачання відповідно до ступеню невизначеності середовища прийняття логістичних рішень.

Параметри оптимізації в управлінні ланцюгом постачання є ключовими чинниками, які впливають на ухвалення управлінських рішень та визначають ефективність функціонування всієї логістичної системи. Визначення параметрів оптимізації може бути подане через ідентифікацію ключових змінних, що впливають на результати діяльності ланцюга постачання. Ці змінні охоплюють такі аспекти, як витрати на виробництво, транспортування, зберігання, управління запасами, обслуговування клієнтів та якість продукції. Оптимізація цих параметрів дозволяє максимізувати або мінімізувати

відповідні функції мети (наприклад, мінімізація загальних витрат або максимізація рівня обслуговування клієнтів) залежно від стратегічних пріоритетів організації.

Класифікація параметрів оптимізації в управлінні ланцюгом постачання здійснюється за різними критеріями, залежно від характеру та спрямованості оптимізаційних завдань. Основні категорії класифікації параметрів оптимізації включають економічні, логістичні, якісні, технічні, екологічні параметри. Опишемо дані параметри в більших деталях. Економічні параметри включають витрати та прибутковість. Витрати є одним із ключових аспектів оптимізації і охоплюють витрати на виробництво, транспортування, зберігання та управління запасами; зниження витрат дозволяє підвищити конкурентоспроможність підприємства. Оптимізація прибутковості полягає в розрахунку оптимальних обсягів закупівель і виробництва, що забезпечують максимальний прибуток при мінімальних витратах. Логістичні параметри, такі як час і запаси, відіграють важливу роль у задоволенні потреб клієнтів. Час доставки від постачальника до кінцевого споживача є критичним фактором, що впливає на рівень обслуговування. Оптимізація часу доставки зменшує затримки на різних етапах ланцюга постачання. Управління запасами спрямоване на підтримку оптимального рівня запасів, щоб уникнути дефіциту або надлишку товарів. Якісні параметри включають якість продукції та обслуговування клієнтів. Забезпечення високої якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції дозволяє мінімізувати кількість дефектів і повернень, що позитивно впливає на задоволеність клієнтів. Крім того, якість обслуговування визначається швидкістю реагування на замовлення, точністю доставки та рівнем комунікації з клієнтами. Технічні параметри охоплюють технологічні процеси та інформаційні системи. Оптимізація технологічних процесів передбачає використання сучасних технологій для підвищення ефективності виробництва та логістики, тоді як впровадження інформаційних систем для моніторингу та управління ланцюгом постачання дозволяє покращити

прозорість і контроль над процесами. Нарешті, екологічні параметри, такі як енергоефективність і вуглецевий слід, важливі для зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Оптимізація енергоспоживання та зменшення викидів парникових газів через раціоналізацію транспортних і виробничих процесів сприяють екологічній стійкості. В узагальненому вигляді аналіз подано в Табл. 1.

Таблиця 1. Критерії оптимізації управління ланцюгом постачання

Критерії	Коментарі
Економічні	– <i>Витрати</i> : включає витрати на виробництво, транспортування, зберігання та управління запасами. Зниження цих витрат підвищує конкурентоспроможність.
	– <i>Прибутковість</i> : розрахунок оптимальних обсягів закупівель та виробництва для максимізації прибутку при мінімальних витратах.
Логістичні	– <i>Час</i> : оптимізація скорочує затримки на різних етапах ланцюга постачання. Час доставки від постачальника до кінцевого споживача є критичним для задоволення клієнтів.
	– <i>Запаси</i> : управління запасами з метою уникнення дефіциту або надлишку товарів.
Якісні	– <i>Якість продукції</i> : забезпечення якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції. Оптимізація мінімізує дефекти та повернення, підвищуючи задоволеність клієнтів.
	– <i>Обслуговування клієнтів</i> : включає швидкість реакції на замовлення, точність доставки та рівень комунікації з клієнтами.
Технічні	– <i>Технологічні процеси</i> : передбачає впровадження сучасних технологій для підвищення ефективності виробництва та логістики.
	– <i>Інформаційні системи</i> : впровадження та оптимізація інформаційних систем для моніторингу та контролю ланцюга постачання підвищує прозорість та контроль процесів.
Екологічні	– <i>Енергоефективність</i> : оптимізація енерговитрат на різних етапах ланцюга постачання для зниження впливу на навколишнє середовище.
	– <i>Вуглецевий слід</i> : зменшення викидів CO ₂ та інших парникових газів через оптимізацію транспортних і виробничих процесів.

**Складено автором на основі систематизації [1-23].*

Таким чином, оптимізація в управлінні ланцюгом постачання охоплює широкий спектр параметрів, що потребують системного підходу та інтеграції сучасних технологій. Кожен з параметрів має свій внесок у загальну ефективність логістичної системи, а їх грамотне управління дозволяє досягти стратегічних цілей організації.

Існує декілька ключових методів, які дозволяють оцінити успішність впровадження оптимізаційних заходів у ланцюгу постачання. Метод ключових показників ефективності (KPI) є найбільш поширеним підходом для оцінки ефективності оптимізації ланцюга постачання. Основні показники включають такі метрики, як вартість товарів на складі, час циклу замовлення, частка вчасно виконаних замовлень (On Time In Full, OTIF) та загальна продуктивність логістичних процесів. KPI допомагають підприємствам оцінити поточний стан ланцюга постачання та визначити області для подальшої оптимізації. Метод бенчмаркінгу передбачає зіставлення результатів діяльності ланцюга постачання з показниками конкурентів або лідерів галузі. Це дозволяє виявити слабкі місця та впровадити найкращі практики, що сприяють підвищенню ефективності. Порівняльний аналіз також дає змогу оцінити, наскільки оптимізаційні заходи допомагають досягти конкурентних переваг. Аналіз витрат на ланцюг постачання (Total Cost of Ownership, TCO) охоплює всі витрати, пов'язані з управлінням ланцюгом постачання, включаючи витрати на закупівлі, логістику, зберігання, управління запасами та обслуговування клієнтів. Однією з ключових цілей успішної оптимізації є зменшення сукупних витрат без погіршення якості продукції або послуг. Використання моделювання та симуляцій допомагає передбачити результати оптимізаційних заходів без їх фактичного впровадження. Цей метод дає змогу оцінити потенційні ризики та вигоди, дозволяючи приймати обґрунтовані управлінські рішення. Метод вартісно-орієнтованого управління (Value-Based Approach) орієнтований на максимізацію цінності, яку ланцюг постачання створює для кінцевого споживача. Оцінюються показники, пов'язані із задоволеністю клієнтів, рівнем обслуговування та сприйняттям якості. Цей підхід допомагає виявити зміни, що найбільше впливають на створення доданої вартості. Багатокритеріальна оцінка враховує одночасно кілька факторів, таких як час, вартість, якість, гнучкість та ризики, що дозволяє знаходити оптимальний баланс між ними. Використовуються техніки, такі як аналіз ієрархій та Trade-

Off аналіз. Аналіз часових рядів дозволяє оцінити вплив оптимізаційних заходів на ключові показники ефективності з плином часу. Це дає змогу підприємствам відстежувати прогрес у реалізації оптимізації та коригувати стратегії управління ланцюгом постачання.

В даному контексті волатильного екзогенного та ендогенного середовища на передній план виходить ефект батога (Bullwhip Effect) у ланцюгу постачання, що стосується явища, коли невеликі коливання попиту на роздрібному рівні призводять до дедалі більших коливань попиту на рівнях оптовиків, дистриб'юторів, виробників і постачальників сировини. Це явище посилюється в міру просування вгору по ланцюгу постачання, створюючи значні проблеми в управлінні запасами та плануванні виробництва. Яновський Д. вказує, що основні причини ефекту батога включають такі фактори, як неточне прогнозування попиту, коли кожен учасник ланцюга робить незалежні припущення щодо майбутніх потреб, що часто призводить до замовлень у завищених обсягах [24]. Коливання цін, спричинені розпродажами або промоційними акціями, також спотворюють реальні сигнали попиту, а раціонування запасів під час дефіциту може змусити покупців завищувати свої замовлення, щоб забезпечити собі більше товарів. Нарешті, затримки у виконанні замовлень змушують бізнес замовляти більше, ніж потрібно, щоб убезпечити себе від невизначеності, що ще більше підсилює ефект батога. За Jin M. наслідками цього явища є неефективність у ланцюгу постачання, що проявляється у вигляді надлишкових запасів або їх дефіциту, а також у зростанні витрат через надвиробництво, перенасичені запаси та вищі транспортні витрати [25]. У результаті знижується рівень обслуговування, оскільки компанії стикаються зі складнощами у вчасному задоволенні потреб клієнтів. В рамках скорочення впливу ефекту батога важливо впроваджувати відповідні стратегії, що покращують прозорість і узгодженість дій між усіма учасниками ланцюга постачання. Одним з ключових методів є обмін інформацією між різними рівнями ланцюга, що дозволяє точніше

враховувати реальний попит. Згладжування попиту допомагає уникати різких коливань у замовленнях, а скорочення часу виконання замовлень знижує рівень невизначеності. Управління запасами постачальником (Vendor Managed Inventory, VMI) дозволяє постачальникам контролювати запаси на основі реальних даних від роздрібних продавців, що мінімізує потребу у неточних прогнозах. Централізоване планування попиту, коли дані про попит централізовано накопичуються та аналізуються на всіх рівнях ланцюга, також допомагає уникнути спотворення сигналів попиту і забезпечити більш стабільну та ефективну роботу системи.

Висновки. Оптимізація ланцюга постачання є безперервним і багатофакторним процесом, що охоплює економічні, логістичні, якісні, технічні та екологічні параметри. Еволюція наукових підходів до оптимізації ланцюга постачання пройшла шлях від класичних методів мінімізації витрат до сучасних адаптивних моделей, що базуються на технологіях Big Data, AI, IoT та цифрових двійниках. Сучасні тенденції акцентують на вирішення завдань гнучкості, резильєнтності та адаптивності ланцюгів постачання, особливо в умовах кризових явищ та високої невизначеності. Ключовими методами оцінки ефективності є KPI, бенчмаркінг, TCO, моделювання та симуляції, що дозволяють комплексно аналізувати стан системи. Важливим викликом залишається ефект батога (Bullwhip Effect), який потребує впровадження стратегій прозорості, обміну даними та централізованого планування попиту.

Перспективними напрямками подальших розвідок в підходах до оптимізації ланцюга постачання є розробка адаптивних моделей оптимізації з використанням технологій AI, Big Data, IoT для управління потоками в режимі реального часу, інтеграція цифрових платформ (MES, WMS, TMS) та створення єдиних інформаційних екосистем для підвищення прозорості та координації, а також впровадження гібридних алгоритмів для вирішення

завдання багатокритеріальної оптимізації ланцюга постачання в умовах невизначеності та глобальних криз.

Література

1. Movahedipour M., Yang M., Zeng J. Optimization in supply chain management, the current state and future directions: A systematic review and bibliometric analysis. *Journal of Industrial Engineering and Management*. 2016. № 9(4). С. 933-963. DOI: 10.3926/jiem.2035
2. Кривещенко В., Хмурковський Г., Ляденко Т. Оптимізація логістичних ланцюгів постачання в умовах глобальних криз. *Економіка та суспільство*. 2024. № 63. С. 1-9. DOI: 10.1109/JSEN.2025.3576743
3. Fiala P. Profit Allocation Games in Supply Chains. *Central European Journal of Operations Research*. 2016. № 24. С. 267-281. DOI: 10.1007/s10100-015-0423-6
4. Пічугіна Ю., Максимова Ю., Максимов О. Оптимізація ланцюгів поставок на підприємстві з використанням сучасних програмних продуктів. *Інфраструктура ринку*. 2020. №40. С. 486-490. DOI: <https://doi.org/10.32843/infrastructure40-82>
5. Mishra A., Gupta N., Jha G. Supply Chain Resilience: Adapting To Global Disruptions and Uncertainty. *International Journal of Innovative Research in Engineering*. 2024. № 5(2). С. 189-196. DOI: 10.59256/ijire.20240502025
6. Kumar M., Garg D., Agarwal A. An Analysis of Inventory Attributes in Leagile Supply Chain: Cause and Effect Analysis. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*. 2019. №4. С. 870-881. DOI: 10.33889/IJMEMS.2019.4.4-069
7. Torabi S. A., Hassini E., Jaihoonian M. Fulfillment source allocation, inventory transshipment, and customer order transfer in e-tailing. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2015. №79. С. 128-144. DOI: 10.1016/j.tre.2015.04.004

8. Ремзіна Н. Особливості управління ланцюгами постачання в умовах кризових явищ. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2023. № 1(82). С. 110-124. DOI: <https://doi.org/10.31375/2226-1915-2023-1-110-124>
9. Пешко М., Завербний А. Проблеми та перспективи зміни ланцюгів поставок з метою мінімізування втрат під час війни. *Економіка та суспільство*. 2022. №44. С. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-44-5>
10. Ismail Z., Abu N. A study on new product demand forecasting based on Bass diffusion model. *Journal of Mathematics and Statistics*. 2013. № 9(2). С. 84-99. DOI: 10.3844/jmssp.2013.84.90
11. Fiala P. Supply Chain Coordination with Auctions. *Journal of Business Economics*. 2016. № 86. С. 155-171. DOI: 10.1007/s11573-015-0788-y
12. Okura M., Carfi D. Coopetition and Game Theory. *Journal of Applied Economic Sciences*. 2014. №9. С. 1-29. DOI: 10.1177/21582440221085003
13. Greco S., Figueira J., Ehrgott M. Multiple Criteria Decision Analysis. Springer, New York, 2016. 1048 с. DOI: 10.3233/KES-230487
14. Melacini M., Perotti S., Rasini M., Tappia E. E-fulfilment and distribution in omni-channel retailing: a systematic literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 2018. № 48(4). С. 391-414. DOI: 10.1108/ijpdlm-02-2017-0101
15. Acimovic J., Graves S. Mitigating spillover in online retailing via replenishment. *Manufacturing & Service Operations Management*. 2017. № 19(3). С. 419-436. DOI: <https://doi.org/10.1287/msom.2016.0614>
16. Репіч Т., Великий Д. Оптимізація логістичної інфраструктури міжнародних вантажних перевезень. *Ефективна економіка*. 2017. №1. С. 1-7. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5377>
17. Завадська О., Місюкевич В., Сисоєв В. Оптимізація ланцюга постачань у комерційній логістиці: вплив на ефективність та прибутковість.

Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2023. №5(322). С. 234-241. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-322-5-39>

18. Савицький Е. Вплив оптимізації логістичних процесів на ефективність комерційної діяльності підприємства. *Економіка та суспільство.* 2023. №52. С. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-47>

19. Xu P., Allgor R., Graves S. Benefits of reevaluating real-time order fulfillment decisions. *Manufacturing & Service Operations Management.* 2009. №11(2). С. 340-355. DOI: <https://doi.org/10.1287/msom.1080.0222>

20. Želený M. Multiobjective Optimization, Systems Design and De Novo Programming. In: *Handbook of Multicriteria Analysis.* Springer, 2010. С. 243-262. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-92828-7_8

21. Suryawanshi P., Dutta P. Optimization models for supply chains under risk, uncertainty, and resilience: A state-of-the-art review and future research directions. *Logistics and Transportation Review.* 2022. №157. С. 102553. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102553>

22. Сигида Н. Управління ланцюгами поставок: еволюція та перспективи розвитку. *Економічний простір.* 2017. №119. С. 195-205. URL: <http://srd.pgasa.dp.ua:8080/bitstream/123456789/749/1/Sygyda.pdf>

23. Яновський Д. Оптимізація ланцюгів поставок: вирішення «ефекту батога» для замовлень постачальників. *Технічна інженерія.* 2023. №2(92). С. 146-151. DOI: [https://doi.org/10.26642/ten-2023-2\(92\)-146-151](https://doi.org/10.26642/ten-2023-2(92)-146-151)

24. Jin M., DeHoratius N., Schmidt G. In search of intra-industry bullwhips. *International Journal of Production Economics.* 2017. №191. С. 51-65. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.04.009>

References

1. Movahedipour, M. Yang, M. and Zeng, J. (2016), “Optimization in supply chain management, the current state and future directions: A systematic

review and bibliometric analysis”, *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 9(4), pp. 933-963. <https://doi.org/10.3926/jiem.2035>

2. Kryvshchenko, V. Khmurkovskiy, H. and Liadenko, T. (2024), “Optimization of supply chains in conditions of global crises”, *Ekonomika ta Suspilstvo*, vol. 63, pp. 1-9. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2025.3576743>

3. Fiala, P. (2016), “Profit allocation games in supply chains”, *Central European Journal of Operations Research*, vol. 24, pp. 267-281. <https://doi.org/10.1007/s10100-015-0423-6>

4. Pichuhina, Yu. Maksymova, Yu. and Maksymov, O. (2020), “Optimization of supply chains at the enterprise using modern software products”, *Infrastruktura Rynku*, vol. 40, pp. 486-490. <https://doi.org/10.32843/infrastruct40-82>

5. Mishra, A. Gupta, N. and Jha, G. (2024), “Supply chain resilience: Adapting to global disruptions and uncertainty”, *International Journal of Innovative Research in Engineering*, vol. 5(2), pp. 189-196. <https://doi.org/10.59256/ijire.20240502025>

6. Kumar, M. Garg, D. and Agarwal, A. (2019), “An analysis of inventory attributes in leagile supply chain: Cause and effect analysis”, *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, vol. 4, pp. 870-881. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2019.4.4-069>

7. Torabi, S.A. Hassini, E. and Jeihoonian, M. (2015), “Fulfillment source allocation, inventory transshipment, and customer order transfer in e-tailing”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 79, pp. 128-144. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2015.04.004>

8. Remzina, N. (2023), “Features of supply chain management in crisis phenomena”, *Rozvytok metodiv upravlinnia ta hospodariuvannia na transporti*, vol. 1(82), pp. 110-124. <https://doi.org/10.31375/2226-1915-2023-1-110-124>

9. Peshko, M. and Zaverbnyi, A. (2022), “Problems and prospects of changing supply chains to minimize losses during war”, *Ekonomika ta Suspilstvo*, vol. 44, pp. 1-10. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-44-5>

10. Ismail, Z. and Abu, N. (2013), "A study on new product demand forecasting based on Bass diffusion model", *Journal of Mathematics and Statistics*, vol. 9(2), pp. 84-99. <https://doi.org/10.3844/jmssp.2013.84.90>
11. Fiala, P. (2016), "Supply chain coordination with auctions", *Journal of Business Economics*, vol. 86, pp. 155-171. <https://doi.org/10.1007/s11573-015-0788-y>
12. Okura, M. and Carfi, D. (2014), "Coopetition and game theory", *Journal of Applied Economic Sciences*, vol. 9, pp. 1-29. <https://doi.org/10.1177/21582440221085003>
13. Greco, S., Figueira, J., and Ehrgott, M. (2016), *Multiple criteria decision analysis*, Springer, New York. <https://doi.org/10.3233/KES-230487>
14. Melacini, M. Perotti, S. Rasini, M. and Tappia, E. (2018), "E-fulfilment and distribution in omni-channel retailing: A systematic literature review", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 48(4), pp. 391-414. <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-02-2017-0101>
15. Acimovic, J. and Graves, S. (2017), "Mitigating spillover in online retailing via replenishment", *Manufacturing & Service Operations Management*, vol. 19(3), pp. 419-436. <https://doi.org/10.1287/msom.2016.0614>
16. Repich, T. and Velykyi, D. (2017), "Optimization of logistics infrastructure of international freight transportation", *Efektivna Ekonomika*, vol. 1, pp. 1-7, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5377> (Accessed 30 Dec 2025).
17. Zavadzka, O. Misiukevych, V. and Sysoiev, V. (2023), "Optimization of supply chain in commercial logistics: impact on efficiency and profitability", *Visnyk Khmelnytskoho Natsionalnoho Universytetu. Ekonomichni Nauky*, vol. 5(322), pp. 234-241. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-322-5-39>
18. Savytskyi, E. (2023), "Impact of optimization of logistics processes on the efficiency of commercial activity of the enterprise", *Ekonomika ta Suspilstvo*, vol. 52, pp. 1-6. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-47>

19. Xu, P., Allgor, R., and Graves, S. (2009), “Benefits of reevaluating real-time order fulfillment decisions”, *Manufacturing & Service Operations Management*, vol. 11(2), pp. 340-355. <https://doi.org/10.1287/msom.1080.0222>
20. Želený, M. (2010), “Multiobjective optimization, systems design and de novo programming”, in *Handbook of Multicriteria Analysis*, pp. 243-262, available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-92828-7_8 (Accessed 30 Dec 2025).
21. Suryawanshi, P. and Dutta, P. (2022), “Optimization models for supply chains under risk, uncertainty, and resilience: A state-of-the-art review and future research directions”, *Logistics and Transportation Review*, vol. 157, pp. 102553. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102553>
22. Syhyda, N. (2017), “Supply chain management: evolution and development prospects”, *Ekonomichnyi Prostir*, vol. 119, pp. 195-205, available at: <http://srd.pgasa.dp.ua:8080/bitstream/123456789/749/1/Sygyda.pdf> (Accessed 30 Dec 2025).
23. Yanovskyi, D. (2023), “Optimization of supply chains: solving the bullwhip effect for supplier orders”, *Tekhnichna Inzheneriia*, vol. 2(92), pp. 146-151. [https://doi.org/10.26642/ten-2023-2\(92\)-146-151](https://doi.org/10.26642/ten-2023-2(92)-146-151)
24. Jin, M. DeHoratius, N. and Schmidt, G. (2017), “In search of intra-industry bullwhips”, *International Journal of Production Economics*, vol. 191, pp. 51-65. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.04.009>

Стаття надійшла до редакції 15.01.2026 р.