

УДК 658.5+004:005.5

О. В. Гринько,
к. е. н., докторант, Полтавський державний аграрний університет
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0312-1997>

DOI: 10.32702/2306-6792.2025.13.69

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО РОЗВИТКУ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

О. Hrynko,
PhD in Economics, Doctoral Candidate, Poltava State Agrarian University

INNOVATIVE APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF LOGISTICS SYSTEMS THROUGH MODERN SOFTWARE PRODUCTS UNDER CONDITIONS OF ECONOMIC INSTABILITY

У статті досліджено ключові виклики, що постають перед логістичними системами в умовах економічної нестабільності, та обґрунтовано необхідність впровадження сучасного програмного забезпечення для підвищення ефективності, адаптивності та конкурентоспроможності підприємств. Особлива увага приділяється застосуванню мов програмування Python, Java, R, C++, які забезпечують автоматизацію логістичних процесів, аналіз великих обсягів даних, моделювання сценаріїв та візуалізацію результатів. Розглянуто переваги інтеграції технологій штучного інтелекту, зокрема машинного навчання, у процеси прогнозування попиту, планування маршрутів, управління запасами та оптимізації роботи складів. Описано важливу роль хмарних сервісів у забезпеченні масштабованості та гнучкості логістичних систем. Зазначено, що цифровізація та інтелектуалізація логістики сприяє оперативному реагуванню на зміни ринку, зниженню витрат і підвищенню якості обслуговування. Інноваційні підходи формують основу сучасного логістичного управління в умовах турбулентного економічного середовища.

This article examines the significant and complex challenges that logistics systems face amid growing economic instability, such as global supply chain disruptions, volatile demand patterns, geopolitical tensions, and rising fuel and energy costs. It substantiates the necessity of adopting modern software solutions to enhance operational performance, ensure real-time responsiveness, and support sustainable development in logistics. The paper emphasizes the advantages of using advanced programming languages such as Python, Java, R, and C++, which contribute to logistics through automation of repetitive tasks, intelligent data analysis, optimization modeling, and development of scalable, adaptive systems. Particular focus is given to the integration of artificial intelligence (AI) and machine learning technologies that enable accurate demand forecasting, route optimization, dynamic inventory control, and warehouse automation. Python's extensive ecosystem — including Pandas, NumPy, Matplotlib, Seaborn, Scikit-learn, and TensorFlow — is discussed as a powerful toolkit for developing predictive models, managing big data, and supporting decision-making in real time. The article also examines the role of cloud computing and digital platforms, which facilitate centralized data management, seamless collaboration between supply chain participants, and flexibility in logistics operations. Moreover, AI contributes to workforce optimization by enabling intelligent task scheduling, productivity tracking, automated workload distribution, and personalized training plans. These technologies allow companies to anticipate market shifts, reduce operational costs, and maintain service reliability even in the face of economic turbulence. The synergy of AI, cloud

services, and data-driven strategies leads to the creation of smart, resilient logistics infrastructures. Ultimately, the paper presents a vision of next-generation logistics systems that are capable of evolving in response to uncertainty while maintaining a high degree of efficiency, competitiveness, and strategic sustainability in a rapidly changing global environment.

Ключові слова: інновації, логістика, програмне забезпечення, штучний інтелект, Python, цифровізація, нестабільність.

Key words: innovations, logistics, software, artificial intelligence, programming languages, digitalization, economic instability.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

У сучасному світі логістичні системи відіграють вирішальну роль у забезпеченні ефективності бізнес-процесів та сталого розвитку економіки. В умовах економічної нестабільності, яка супроводжується постійними змінами на ринку, підвищенням вартості ресурсів і непередбачуваністю попиту, перед компаніями постає завдання адаптації логістичних систем до нових викликів. Традиційні підходи до управління логістикою вже не здатні забезпечити необхідний рівень гнучкості, швидкості й ефективності. У зв'язку з цим все більше уваги приділяється інноваційним рішенням, які базуються на використанні сучасних програмних продуктів.

Розвиток технологій, таких як штучний інтелект, хмарні обчислення, Інтернет речей (IoT) та великі дані, відкриває нові можливості для автоматизації процесів, оптимізації маршрутів, управління запасами та підвищення прозорості логістичних операцій. Застосування цих технологій дозволяє не лише мінімізувати витрати, але й підвищити якість обслуговування, адаптуючи свої операції до динамічних змін ринку.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Інноваційні підходи до розвитку логістичних систем у сучасних умовах нестабільності висвітлюються в роботах багатьох українських учених. Зокрема, Завадська О., Місюкевич В.,

Сисоєв В. [1], Кривещенко В., Хмурковський Г., Ляденко Т. [3], Парубець О., Сугоняко Д., Іванов Ю. [4], Нагай Д., Сохан Т. [2], Тарасюк Н., Іщенко В. [5] та інші досліджували впровадження сучасних програмних продуктів, оптимізацію логістичних процесів, а також адаптацію логістичних систем до економічних викликів.

Завадська О., Місюкевич В. та Сисоєв В. [1], розглянули референтні моделі управління ланцюгами постачання та визначили їхню роль у процесі оптимізації таких ланцюгів. Також було проведено паралель між теоретичними напрацюваннями та практикою їх реалізації на прикладі України в умовах пандемії та війни. Кривещенко В., Хмурковський Г. та Ляденко Т. [3], досліджували оптимізацію логістичних ланцюгів постачання в умовах глобальних криз. Парубець О. та Сугоняко Д. [4], розглянули інноваційні підходи до розвитку транспортної логістики в Україні, зокрема впровадження цифрових технологій у транспортні та складські процеси. Іванов Ю., Нагай Д. та Сохан Т. [2], зосередилися на логістиці в сучасних умовах розвитку економіки України, акцентуючи увагу на автоматизації логістики в агропромислових підприємствах. Науковці Тарасюк Н. та Іщенко В. [5], обґрунтовано досліджували логістичне управління в діяльності підприємств, розглядаючи еволюцію концепцій, управлінських підходів та сучасні тенденції.

Попри велику увагу до інновацій у логістиці, потребують подальшого розвитку практичні аспекти застосування цих підходів у конкретних секторах української економіки.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

У даній статті розглядаються інноваційні підходи до розвитку логістичних систем за допомогою сучасних програмних продуктів. Аналізуються ключові тенденції, переваги впровадження технологій та їхній вплив на ефективність логістичних процесів в умовах нестабільності економічного середовища. Висвітлення цих питань є актуальним як для підприємств, що прагнуть утримати конкурентні позиції, так і для дослідників, які вивчають трансформацію логістики у нових економічних реаліях.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Економічна нестабільність суттєво впливає на діяльність суб'єктів економічної діяльності, висувуючи перед ними нові виклики. Одним із найбільших викликів є нестабільність економічного середовища. Через зміну поведінки споживачів, вплив глобальних економічних факторів та політичні події, прогнозування стає складнішим. Це призводить до ризиків перевиробництва або, навпаки, дефіциту товарів.

Одним з ключових аспектів є також зростання витрат на транспортування та енергоресурси. Зростання цін на паливо та електроенергію збільшує витрати на логістику, що особливо критично для компаній, які залежать від глобальних ланцюгів постачання. Пошук шляхів оптимізації цих витрат стає першочерговим завданням для багатьох підприємств. Швидка зміна ланцюгів постачання є ще одним викликом в умовах нестабільного економічного середовища. Глобальні події, такі як пандемія, війни чи природні катастрофи, можуть призвести до раптового переривання поставок. Це змушує суб'єкти господарювання оперативно шукати нових постачальників, змінювати маршрути доставки та переглядати логістичні стратегії [2].

В умовах нестабільності також виникає потреба в оптимізації запасів. З одного боку, надмірні запаси збільшують витрати на зберігання та ризики втрат через псування товарів, з іншого — їхній дефіцит може негативно вплинути на здатність підприємства задовольняти попит.

Усі ці проблеми вимагають від підприємств впровадження сучасного програмного забезпечення. Такі системи дозволяють здійснювати комплексний аналіз даних у реальному часі, моделювати різні сценарії розвитку подій і швидко приймати оптимальні рішення. Наприклад, ERP-системи та спеціалізовані рішення для уп-

равління ланцюгами постачання (SCM) надають інструменти для ефективного планування, управління ризиками та контролю витрат.

У сучасних умовах успіх залежить від гнучкості підприємства, його здатності адаптуватися до нових реалій та ефективно використовувати цифрові інструменти для оптимізації процесів [3].

Отже, узагальнюючи можна стверджувати, що в умовах економічної нестабільності підприємства стикаються з такими викликами:

- Непередбачуваність попиту та пропозиції.

- Зростання витрат на транспортування та енергоресурси.

- Необхідність швидкого реагування на зміну ланцюгів постачання.

- Оптимізація запасів у нестабільних умовах.

Ці проблеми потребують застосування програмного забезпечення, яке здатне забезпечити гнучкість і швидкість прийняття рішень.

Програмні продукти надають можливість:

- Автоматизувати процеси управління транспортом, складами та запасами.

- Використовувати алгоритми оптимізації для побудови оптимальних маршрутів доставки.

- Використовувати прогнозування на основі даних для управління ризиками та планування.

Мови програмування відіграють ключову роль у розробці індивідуальних рішень для логістики. Розглянемо найпоширеніші мови, що використовуються в Україні для розвитку логістичних систем.

Мова програмування "Python" — одна з найпоширеніших мов програмування, яка активно використовується у сфері логістики. Вона характеризується своєю простотою у використанні та широким спектром бібліотек, що дозволяють вирішувати складні завдання.

Мова програмування "Java" широко використовується для створення складних корпоративних систем у сфері логістики. Мова відома своєю стабільністю, продуктивністю та можливістю масштабування [4].

Мова програмування "R" — це мова програмування, яка була спеціально створена для статистичного аналізу даних. Її основна перевага — потужний інструментарій для роботи з великими наборами даних та візуалізації результатів.

Мова програмування "C++" є однією з найшвидших мов програмування, що робить її ідеальною для розробки систем, які вима-

Таблиця 1. Переваги та застосування найпопулярніших мов програмування у сфері логістики

Мова програмування	Основні переваги	Основні застосування
Python	Простота у використанні, великий набір бібліотек для аналізу даних, візуалізації та машинного навчання	Автоматизація складських операцій, прогнозування попиту, оптимізація логістичних маршрутів
Java	Висока продуктивність, масштабованість, можливість створення надійних корпоративних рішень	Розробка ERP-систем для управління бізнес-процесами, створення TMS для оптимізації транспортної логістики
R	Потужний інструментарій для статистичного аналізу, відмінні можливості візуалізації даних	Аналіз великих наборів даних, прогнозування розвитку подій у ланцюгах поставок
C++	Висока швидкість виконання, низький рівень затримки, контроль над апаратним забезпеченням	Розробка програм реального часу, наприклад, для GPS-навігації, інтеграція з обладнанням, таким як сканери штрих-кодів

Джерело: узагальнено автором.

гають високої продуктивності та низької затримки.

Кожна з розглянутих мов для програмування має свій перелік переваг та сфери застосування, що дозволяє чітко визначити де саме застосовувати кожен з запропонованих мов для ефективного результату при оптимізації ресурсів (табл 1).

З метою автоматизації складських операцій, прогнозування попиту, оптимізація логістичних маршрутів актуальності в аналітиків бізнес-процесів набуває мова програмування "Python" за рахунок простоти вивчення і можливості інтеграції її компонентів у вже існуючі розроблені програмні продукти [1].

"Python" завоював широке визнання завдяки своїй простоті, універсальності та багатofункціональності. Використання "Python" при роботі з логістичними системами, забезпечує ефективний підхід до аналізу, оптимізації та планування процесів, що дозволяє суттєво підвищити продуктивність і зменшити витрати.

Однією з головних переваг "Python" є його зрозумілий і читабельний синтаксис, що робить цю мову доступною навіть для початківців. Інтуїтивність у написанні коду сприяє швидшому впровадженню рішень у логістичні системи, скорочуючи час розробки та зменшуючи можливість помилок.

"Python" має багатий екосистему бібліотек, що забезпечує широкий спектр можливостей для роботи з даними, математичного моделювання та візуалізації. Розглянемо основні з них, які можуть бути корисними для логістичних задач. Розглянемо деякі з них.

"Pandas" — це бібліотека для роботи з табличними даними, що дозволяє зручно обробляти великі обсяги інформації, виконувати фільтрацію, групування та агрегування даних. У логістиці її можна використовувати для аналізу операцій складських запасів, оцінки ефективності роботи перевізників та створення звітів.

"NumPy" — забезпечує високопродуктивні інструменти для роботи з багатовимірними масивами. Ця бібліотека корисна для виконання складних математичних розрахунків, таких як розподіл ресурсів чи моделювання попиту на транспортні послуги.

"Matplotlib" і "Seaborn" — це бібліотеки для візуалізації даних. Вони дозволяють створювати графіки, діаграми та інші візуальні представлення, які допомагають приймати обґрунтовані рішення. Наприклад, їх можна застосовувати для аналізу динаміки змін у логістичних процесах чи візуалізації оптимізаційних рішень.

"Scikit-learn" — бібліотека містить набір інструментів для машинного навчання, які можна використовувати у прогнозуванні попиту, класифікації типів вантажів чи сегментації клієнтів. "Scikit-learn" підтримує методи регресії, кластеризації та дерева рішень, що забезпечує гнучкість у застосуванні до різних логістичних задач.

"TensorFlow" дозволяє розробляти складні нейронні мережі для задач глибокого навчання. У логістиці його можна використовувати для прогнозування заторів на маршрутах чи оптимізації розподілу ресурсів на основі великих обсягів даних.

Важливим є механізми застосування "Python" у логістичних системах. "Python" дозволяє

створювати системи автоматизації, які ефективно виконують рутинні задачі, такі як управління складськими операціями, контроль наявності запасів чи моніторинг логістичних ланцюгів у реальному часі [5].

Важливим є і можливість прогнозування попиту. Методи машинного навчання у "Python" допомагають аналізувати історичні дані та визначати майбутні потреби у ресурсах. Наприклад, алгоритми прогнозування можуть оцінювати сезонні коливання попиту чи передбачати обсяги вантажоперевезень.

"Python" широко застосовується для розробки алгоритмів оптимізації маршрутів, що дозволяє мінімізувати витрати часу та пального. Наприклад, алгоритм комівояжера або моделі на основі методів лінійного програмування можуть значно підвищити ефективність логістичних операцій.

Однак виклики сучасного світу, зокрема економічна нестабільність, вимагають від логістики не лише автоматизації, а й здатності до швидкого адаптування в реальному часі. Тут на перший план виходять технології штучного інтелекту (ШІ), які стають важливим інструментом для вдосконалення логістичних систем. Завдяки ШІ відбувається перехід від статичних алгоритмів до динамічних рішень, що враховують численні зовнішні фактори, такі як економічні коливання, зміни попиту, проблеми з постачанням або затримки у транспортуванні.

Впровадження ШІ в логістичних процесах новий рівень управління логістичними процесами. Наприклад, алгоритми машинного навчання дозволяють:

- Більш ефективно оптимізувати маршрути доставки з урахуванням реального трафіку, погодних умов і витрат.

- Оптиміальніше прогнозувати попит на товари на основі історичних даних, сезонних коливань і поведінки клієнтів.

- Продуктивніше автоматизувати управління запасами, попереджуючи дефіцит або надлишок продукції.

- Здійснювати управління складськими процесами, наприклад, сортуванням і пакуванням, за допомогою роботизованих систем.

Одним із найбільш перспективних напрямів є застосування глибокого навчання для аналізу великих масивів даних. Ці алгоритми дозволяють розробляти прогнозні моделі, які враховують сотні змінних, наприклад, економічні коливання чи тенденції ринку.

Окрему роль відіграють хмарні технології, які сприяють централізації даних і спрощують обмін інформацією між учасниками логістич-

ного процесу. Поєднання ШІ та хмарних платформ дозволяє будувати гнучкі системи, які легко масштабуються і можуть ефективно реагувати на зміни.

Виклики та переваги впровадження ШІ потребують значних інвестицій, його переваги незаперечні. У складних умовах економічної нестабільності інноваційні логістичні рішення знижують витрати, підвищують ефективність і мінімізують ризики. Окрім того, автоматизація рутинних завдань дозволяє бізнесу зосередитися на стратегічному плануванні [1].

Загалом перехід від традиційного програмування до інтеграції ШІ відкриває нові горизонти для розвитку логістичних систем. Це дозволяє підвищити конкурентоспроможність компаній, забезпечуючи їхню готовність до викликів сучасного світу.

Оптимізація людських ресурсів за допомогою штучного інтелекту (ШІ) є важливою складовою підвищення ефективності логістичних процесів. ШІ дозволяє вирішувати такі завдання, як розподіл праці, управління робочими графіками, моніторинг продуктивності та навчання персоналу.

ШІ-системи можуть аналізувати обсяг робіт, кваліфікацію співробітників та їхню завантаженість для автоматичного розподілу завдань. Наприклад, алгоритми прогнозування можуть визначити, в які періоди потрібна більша кількість працівників, і відповідно коригувати розклад роботи. Це особливо важливо для складських центрів і служб доставки, де попит може різко змінюватися залежно від сезону або спеціальних акцій.

Системи на базі ШІ можуть створювати персоналізовані графіки роботи, які враховують як бізнес-потреби, так і потреби співробітників. Наприклад, вони можуть передбачати заміни у випадку відсутності співробітника або зменшувати перевантаження окремих працівників. Завдяки цьому знижується рівень стресу, підвищується задоволеність роботою та продуктивність персоналу.

ШІ-системи можуть аналізувати дані про продуктивність працівників у реальному часі, виявляючи області, які потребують вдосконалення. Наприклад, якщо виявляється, що виконання певної операції забирає більше часу, ніж передбачалося, система може запропонувати додаткове навчання або реорганізацію процесу [3].

Штучний інтелект може допомогти створювати індивідуальні програми навчання для працівників. Використовуючи дані про їхні навички та прогрес, системи пропонують матеріали

або завдання, які найкраще відповідають поточному рівню працівника. Наприклад, інтеграція систем віртуальної реальності (VR) з ШІ дозволяє навчати персонал в умовах, максимально наближених до реальних.

ШІ також ефективно виявляє потенційні кадрові ризики. Наприклад, аналізуючи дані про робочий час і навантаження, система може передбачити, хто з працівників ризикує вигоріти, і вчасно вжити заходів.

Оптимізація людських ресурсів за допомогою ШІ не тільки підвищує продуктивність, але й створює комфортні умови для працівників, що позитивно впливає на їхню мотивацію. Завдяки таким рішенням логістичні компанії можуть адаптуватися до викликів економічної нестабільності, залишаючись гнучкими та конкурентоспроможними.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Інноваційний розвиток логістичних систем потребує використання сучасних програмних продуктів та мов програмування. Вони завдяки своїй універсальності та широким можливостям, займає провідне місце у вирішенні логістичних задач. Інтеграція інноваційних підходів дозволяє компаніям ефективно адаптуватися до змін у економічному середовищі та підвищувати конкурентоспроможність.

Подальший розвиток логістичних систем буде все більше залежати від цифровізації, автоматизації та впровадження новітніх технологій. Використання мов програмування є важливим кроком у цьому напрямку, забезпечуючи ефективність і гнучкість бізнес-процесів.

Література:

1. Завадська О., Місюкевич В., Сисоєв В. Оптимізація ланцюга постачань у комерційній логістиці: вплив на ефективність та прибутковість. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Економічні науки. 2023. № 322 (5). С. 234—241.

2. Іванов Ю., Нагай Д., Сохан Т. Логістика в сучасних умовах розвитку економіки України. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління., 2025. Т. 36 (75). С. 13—20.

3. Кривенко Л. Інноваційні підходи до цифровізації логістичних процесів автотранспортних підприємств. Економіка транспортного комплексу. 2024. Вип. 44. С. 199—210.

4. Кривещенко В., Хмурковський Г., Ляденко Т. Оптимізація логістичних ланцюгів по-

стачання в умовах глобальних криз. Економіка та суспільство. 2024. Вип. 63. С. 115—121.

5. Парубець О., Сугоняко Д. Інноваційні підходи до розвитку транспортної логістики в Україні. Проблеми і перспективи економіки та управління. 2019. № 4 (20). С. 147—156.

6. Тарасюк Н., Іщенко В. Логістичне управління в діяльності підприємств: еволюція концепцій, управлінських підходів та сучасні тенденції. Інвестиції: практика та досвід. 2024. № 14. С. 32—37.

7. Ніценко В. С., Самоилик Ю. В., Гринько О. В. Теоретичні підходи до розвитку логістичних систем в умовах нестабільності економічного середовища. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2024. Том 9. № 3. С. 24 — 29.

References:

1. Zavadzka, O. Misyukevych, V., and Sysoiev, V. (2023). "Optimization of supply chains in commercial logistics: impact on efficiency and profitability", Bulletin of Khmelnytskyi National University. Series: Economic Sciences, vol. (322) 5, pp. 234—241.

2. Ivanov, Yu. Nahai, D. and Sokhan, T. (2025). "Logistics in the current conditions of Ukraine's economic development", Scientific Notes of V. I. Vernadsky Taurida National University. Series: Economics and Management, vol. 36 (75), pp. 13—20.

3. Kryvenko, L. (2024). "Innovative approaches to the digitalization of logistics processes in motor transport enterprises", Economy of the Transport Complex, vol. (44), pp. 199—210.

4. Kryveshchenko, V. Khmurkovskyi, H. and Liadenko, T. (2024). "Optimization of supply chains in conditions of global crises", Economics and Society, vol. 63, pp. 115—121.

5. Parubets, O. and Suhonyako, D. (2019). "Innovative approaches to the development of transport logistics in Ukraine", Problems and Prospects of Economics and Management, vol. (4) (20), pp. 147—156.

6. Tarasiuk, N. and Ishchenko, V. (2024). "Logistics management in enterprise activity: evolution of concepts, management approaches and modern trends", Investments: Practice and Experience, vol. (14), pp. 32—37.

7. Nitsenko, V. Samoilyk, I. and Hrynko, O. (2024), "Theoretical approaches to the development of logistics systems in conditions of economic environment instability", Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology, vol. 9, no. 3, pp. 24—29.

Стаття надійшла до редакції 14.06.2025 р.