

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ІННОВАЦІЙНІ ІНСТРУМЕНТИ В ЛОГІСТИЧНОМУ ПЛАНУВАННІ І ПРОГНОЗУВАННІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено сучасні тенденції та інноваційні інструменти в логістичному плануванні й прогнозуванні в умовах високої волатильності ринку та трансформації глобальних ланцюгів постачання. Визначено ключові тренди розвитку логістики, серед яких предиктивний менеджмент, концепції стійкості (Resilience) та гнучкості (Agility), наскрізна інформаційна інтеграція та екологізація процесів. Систематизовано та охарактеризовано передові цифрові технології: штучний інтелект (AI), машинне навчання (ML), Великі дані (Big Data), цифрові двійники (Digital Twins), інтернет речей (IoT), блокчейн та інтелектуальні системи TMS/WMS. Обґрунтовано операційні та економічні ефекти від їх впровадження, а також окреслено специфіку й бар'єри інтеграції інновацій на вітчизняних підприємствах.

Ключові слова: логістичне планування, предиктивне прогнозування, штучний інтелект, цифрові двійники, діджиталізація ланцюгів постачання.

Abstract

The abstract examines current trends and innovative tools in logistics planning and forecasting amidst high market volatility and the transformation of global supply chains. Key trends in logistics development are identified, including predictive management, resilience, agility, end-to-end information visibility, and green logistics. Advanced digital technologies are systematized and characterized: artificial intelligence (AI), machine learning (ML), Big Data, Digital Twins, the Internet of Things (IoT), blockchain, and intelligent TMS/WMS systems. The operational and economic effects of their implementation are substantiated, and the specifics and barriers to integrating these innovations into domestic enterprises are outlined.

Keywords: logistics planning, predictive forecasting, artificial intelligence, digital twins, supply chain digitalization.

Вступ

У сучасних геоekonomічних реаліях функціонування та стратегічний розвиток українських промислових підприємств відбуваються в умовах безпрецедентного рівня невизначеності, волатильності ринків, інфраструктурних обмежень та дефіциту енергетичних ресурсів. За цих обставин традиційні екстенсивні моделі управління матеріальними потоками втрачають свою ефективність. Гостро постає потреба в переході до інтенсивних факторів зростання, серед яких центральне місце посідає формування гнучких, адаптивних та стійких логістичних систем.

Ефективність функціонування таких систем безпосередньо лімітується якістю першої та базової функції менеджменту — планування і прогнозування. Помилки при моделюванні ланцюгів постачання та визначенні обсягів запасів призводять до іммобілізації оборотного капіталу в неліквідних залишках на складах, зростання витрат на утримання інфраструктури та втрати клієнтської лояльності. Натомість інтеграція предиктивного прогнозування попиту на основі штучного інтелекту, хмарної телематики (класу Samsara) та систем наскрізного контролю (TMS/WMS) дозволяє вітчизняним підприємствам, зокрема машинобудівного та приладобудівного секторів, оптимізувати операційні витрати на 15–20% і зміцнити свої конкурентні позиції як на внутрішньому, так і на європейському ринках. Об'єктивна практична потреба у розробці інноваційних методів логістичного планування в умовах високих ризиків зовнішнього середовища обумовлює високу актуальність теми бакалаврської роботи.

Результати дослідження

Динамічний розвиток глобальної економіки, загострення ринкової конкуренції, а також масштабні геополітичні та макроекономічні виклики останніх років зумовлюють докорінну трансформацію підходів до стратегічного управління матеріальними потоками. Традиційні, статичні моделі логістичного планування, що базувалися на екстраполяції історичних даних та лінійних трендах,

втрачають свою ефективність в умовах високої волатильності попиту та перманентної дестабілізації глобальних ланцюгів постачання. Сучасний етап розвитку логістичної науки характеризується переходом до парадигми предиктивного (передбачувального), адаптивного та високотехнологічного планування, що вимагає впровадження інноваційних інструментів і глибокої діджиталізації всіх управлінських процесів.

Дослідження сучасних наукових праць та передового бізнес-досвіду дозволяє виокремити декілька домінуючих тенденцій, які визначають вектор розвитку логістичного планування та прогнозування [1]:

- Перехід від реактивного до проактивного (предиктивного) менеджменту. Сучасні логістичні системи орієнтовані не на ліквідацію наслідків збоїв чи покриття дефіциту запасів по факту їх виникнення, а на превентивне моделювання ризикових ситуацій та автоматичне формування альтернативних сценаріїв дій.

- Концепція стійкості (Resilience) та гнучкості (Agility). Ключовим орієнтиром планування стає здатність системи миттєво адаптувати свої просторово-часові параметри (маршрути, обсяги поставок, локації складів) під впливом раптових імпульсів зовнішнього середовища без втрати загальної ефективності.

- Наскрізна інформаційна інтеграція (Visibility). Формування єдиного цифрового простору між усіма контрагентами ланцюга постачання (від постачальника сировини до кінцевого споживача), що дозволяє усунути «ефект батога» (вихровий ефект коливання запасів) та здійснювати планування на основі реальних даних про попит у режимі реального часу.

- Екологізація та «зелена» логістика (Green Logistics). Сучасні алгоритми планування маршрутів та оптимізації складських залишків обов'язково інтегрують екологічні критерії, зокрема мінімізацію вуглецевого сліду (CO₂-footprint) та раціональне природокористування, що диктується міжнародними стандартами сталого розвитку.

Матеріалізація зазначених тенденцій у практичній діяльності підприємств відбувається завдяки розгортанню та інтеграції спектра інноваційних інструментів і цифрових технологій. Фундаментом інноваційного прогнозування в логістиці виступають технології штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (Machine Learning). Застосування математичних алгоритмів машинного навчання дозволяє обробляти колосальні масиви неструктурованої інформації — технологію Великих даних (Big Data). На відміну від класичних статистичних методів, AI-моделі здатні інтегрувати у логістичний прогноз не лише внутрішні звіти підприємства, а й безліч релевантних екзогенних факторів: макроекономічні індекси, коливання валютних курсів, сезонні погодні аномалії, політичні події, активність конкурентів у соціальних мережах та індекси споживчих настроїв. Це забезпечує безпрецедентну точність прогнозування попиту (Demand Forecasting) та дозволяє оптимізувати рівень страхових запасів у межах всього ланцюга постачання [2].

Критично важливим інструментом сучасного логістичного проектування є концепція цифрових двійників (Digital Twins). Цифровий двійник логістичної системи є її повномасштабною віртуальною копією, яка функціонує в режимі реального часу на основі потоку даних із датчиків та систем обліку. Використання цього інструменту дозволяє менеджменту проводити безпечні цифрові експерименти та стрес-тестування (стрес-моделювання), оцінюючи поведінку логістичної інфраструктури в разі виникнення форс-мажорів (наприклад, закриття ключового транспортного вузла, різке зростання тарифів або вихід з ладу складського обладнання) ще до моменту реального втілення управлінських рішень.

У сфері транспортно-експедиційного планування провідні позиції посідають інтелектуальні системи управління транспортом (TMS — Transportation Management Systems) нового покоління, що функціонують у синергії з технологіями інтернету речей (IoT — Internet of Things). Розміщення IoT-датчиків на транспортних засобах, контейнерах та палетах забезпечує безперервний телематичний контроль за просторовим переміщенням та фізичним станом вантажу (температура, вологість, вібрація). Сучасні TMS-модулі використовують динамічні алгоритми маршрутизації, які автоматично коригують графіки руху у реальному часі на основі моніторингу заторів, погодних умов та дорожньої інфраструктури, максимізуючи коефіцієнт корисного використання транспортного парку [3].

Окрему увагу в контексті планування розподілу та захисту даних варто приділити технології розподіленого реєстру (Blockchain). Впровадження блокчейн-платформ у логістичне планування гарантує абсолютну прозорість, незмінність та юридичну достовірність інформації про походження товарів, хід виконання угод та фінансові розрахунки. Автоматизація взаємодії через смарт-контракти (Smart Contracts) суттєво пришвидшує документообіг, мінімізує транзакційні витрати та знижує ризики шахрайства при плануванні міжнародних мультимодальних перевезень.

Для узагальнення та систематизації інноваційного інструментарію, що використовується на різних етапах логістичного планування і прогнозування, сформуємо матрицю релевантності технологій (табл. 1).

Таблиця 1.3 - Матриця застосування інноваційних інструментів у процесах логістичного планування та прогнозування

Функціональна сфера логістики	Ключові інноваційні інструменти	Економічний та операційний ефект від впровадження
Прогнозування попиту та планування закупівель	Штучний інтелект (AI), Машинне навчання (ML), Big Data Analytics	Підвищення точності прогнозів на 20-30%, ліквідація дефіциту товарів, оптимізація оборотного капіталу.
Управління запасами та складуванням	Розумні системи WMS, IoT-датчики, Роботизовані системи (AGV), RFID-маркування	Скорочення часу обробки вантажів, автоматизація інвентаризації в реальному часі, зниження логістичних помилок до мінімуму.
Транспортна логістика	Інтелектуальні TMS, Динамічні алгоритми маршрутизації, GPS/ГЛОНАСС телематика	Мінімізація порожніх пробігів, зниження витрат на паливно-мастильні матеріали на 15-20%, оптимізація термінів доставки.
Стратегічне планування інфраструктури	Цифрові двійники (Digital Twins), Імітаційне моделювання (AnyLogic)	Оцінка ефективності капітальних інвестицій без фінансових ризиків, оптимізація топології мережі складів.
Координація ланцюгів постачання	Технологія Blockchain, Смарт-контракти, Хмарні платформи спільного планування (S&OP)	Забезпечення 100% прозорості потоків, прискорення документообігу, нівелювання адміністративних бар'єрів.

Слід зауважити, що для вітчизняних підприємств інтеграція зазначених інструментів має свою специфіку та бар'єри. Впровадження інноваційних систем планування вимагає значних первинних капіталовкладень, високої цифрової зрілості бізнес-процесів, а також наявності кваліфікованого персоналу (Data Scientists, логістів-аналітиків), що вміє оперувати складними алгоритмами. Проте в умовах трансформаційної економіки України, подолання цих бар'єрів та впровадження інновацій є безальтернативним шляхом до виживання бізнесу. Особливо гостро постає потреба формування раніше обґрунтованих промислово-логістичних систем, де використання штучного інтелекту, хмарних обчислень та інтелектуальних TMS-платформ дозволить зв'язати промислові потужності та транспортний сектор у єдиний, високоефективний і гнучкий механізм.

Висновки

Таким чином, сучасний інноваційний інструментарій логістичного планування та прогнозування є ключовим драйвером трансформації традиційних підприємств у цифрові, клієнтоорієнтовані та стійкі економічні системи. Використання новітніх технологій забезпечує мінімізацію витрат та стрімке зростання конкурентоспроможності компаній на глобальних ринках. Окреслені в першому розділі теоретико-методичні засади, понятійний апарат, етапи класичної методики та сучасні технологічні тренди формують вичерпний теоретичний базис для подальшого практичного аналізу та розробки прикладних рекомендацій щодо вдосконалення системи планування на конкретному об'єкті дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Логістика у сучасному бізнесі: теорія та практика* / під ред. М. С. Шкоди та І. В. Коваленка. Київ : Видавничий дім «Київський університет», 2018. 248 с.
2. Омельченко В. Я., Омельченко Г. П., Омельченко О. В. Перспективи розвитку потенціалу світового електронно-логістичного ринку. *Маркетинг і цифрові технології*. 2020. Т. 4, № 3. С. 55–62.
3. Ільченко Н.Б., Фреюк О.В. Логістика електронної комерції моделі В2С. *Innovative scientific researches: European development trends and regional aspect*. 2nd ed. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2020. P. 86-107.

Григорук Ірина Олександрівна – кандидат економічних наук, доцент кафедри підприємництва, логістики та менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: irrada150582@gmail.com.

Борівська Карина Ігорівна – здобувачка групи 2Л-226, факультет менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Hryhoruk Iryna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Entrepreneurship, Logistics and Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: irrada150582@gmail.com.

Borivska Karina – Faculty of Management and Information Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia