

# ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УПРАВЛІННІ ЗАПАСАМИ ЗА УМОВ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПОСТАЧАННЯ: НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ

Вінницький Національний Технічний Університет

## Анотація

У роботі проаналізовано роль сучасних цифрових систем у забезпеченні ефективності управління запасами в умовах нерівномірного постачання. Розглянуто функціональні можливості ERP-систем, технологій Track & Trace (RFID, GPS, IoT), систем підтримки прийняття рішень (DSS) на базі штучного інтелекту та технології блокчейн. Визначено, що інтеграція цих інструментів дозволяє значно знизити рівень страхових запасів (на 15–25%), підвищити точність прогнозування (на 20–30%) та мінімізувати логістичну невизначеність. Особливу увагу приділено переходу від реактивного до проактивного управління ланцюгами постачання завдяки аналітиці в реальному часі та автоматизації процесів.

**Ключові слова:** Управління запасами, ERP-системи, ланцюги постачання, нерівномірність поставок, Track & Trace, IoT, штучний інтелект, системи підтримки прийняття рішень, блокчейн, страхові запаси.

## Abstract:

The paper analyzes the role of modern digital systems in ensuring the efficiency of inventory management under conditions of supply variability. The functional capabilities of ERP systems, Track & Trace technologies (RFID, GPS, IoT), artificial intelligence-based decision support systems (DSS), and blockchain technology are examined. It is determined that the integration of these tools allows for a significant reduction in safety stock levels (by 15–25%), an increase in forecasting accuracy (by 20–30%), and the minimization of logistical uncertainty. Particular attention is paid to the transition from reactive to proactive supply chain management through real-time analytics and process automation.

**Keywords:** Inventory management, ERP systems, supply chains, supply variability, Track & Trace, IoT, artificial intelligence, decision support systems, blockchain, safety stocks.

## Вступ

Сучасні цифрові системи відіграють ключову роль у підвищенні ефективності управління запасами в умовах нерівномірного постачання.

Метою роботи є огляд покращення цифровізації логістичної діяльності в управлінні запасами за умов нерівномірності постачання.

## Результати дослідження

Системи планування ресурсів підприємства (ERP). ERP-системи інтегрують управління запасами з іншими функціональними областями підприємства, забезпечуючи [1]: автоматизацію процесів замовлення та моніторингу поставок; централізоване зберігання та обробку даних про постачання; аналітичні інструменти для оцінювання варіабельності; прогнозування попиту та параметрів постачання.

Впровадження ERP-систем, згідно з дослідженнями Даса та співавторів [2], дозволяє знизити середній рівень запасів на 15-25% при збереженні заданого рівня обслуговування. Це досягається за рахунок покращення видимості інформації про стан запасів у реальному часі, автоматизації процесів замовлення та підвищення точності прогнозування.

Типові модулі ERP, що підтримують управління запасами, включають: модуль управління матеріальними потоками (MM – Material Management), модуль планування виробництва (PP – Production Planning), модуль управління складом (WM – Warehouse Management). Інтеграція цих модулів забезпечує наскрізну видимість логістичних процесів та дозволяє оперативно реагувати на відхилення від планів.

Системи відстеження та простежуваності (Track & Trace). Технології RFID, GPS та IoT забезпечують моніторинг переміщення вантажів у реальному часі, що дозволяє [3]: оперативно виявляти відхилення від графіків постачання; коригувати плани виробництва та відвантаження; точніше оцінювати фактичний час доставки; знижувати страхові запаси завдяки зменшенню невизначеності.

RFID-мітки дозволяють автоматично ідентифікувати товари на всіх етапах ланцюга постачання без необхідності прямого візуального контакту. GPS-трекінг забезпечує інформацію про місцезнаходження транспортних засобів та очікуваний час прибуття. IoT-сенсори можуть відстежувати умови транспортування (температуру, вологість, удари), що особливо важливо для чутливих товарів.

Використання цих технологій дозволяє скоротити невизначеність часу постачання на 20-30%, що відповідно зменшує необхідний рівень страхових запасів. Крім того, раннє виявлення затримок дає можливість проактивно коригувати плани виробництва або шукати альтернативні джерела постачання.

Системи підтримки прийняття рішень (DSS). Аналітичні системи використовують алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту для [4]: прогнозування затримок постачання на основі множини факторів; оптимізації параметрів систем управління запасами; моделювання сценаріїв "що-якщо" для оцінки ризиків; автоматичного генерування рекомендацій щодо коригування запасів.

Згідно з даними Консорціуму SCM [5], використання систем на базі машинного навчання дозволяє підвищити точність прогнозування параметрів постачання на 20-30% порівняно з традиційними статистичними методами. Алгоритми машинного навчання можуть виявляти складні нелінійні залежності між факторами впливу та параметрами постачання, які не очевидні при використанні традиційних підходів.

Сучасні DSS використовують методи глибокого навчання (deep learning) для аналізу великих масивів даних про постачання. Нейронні мережі можуть враховувати сотні змінних одночасно та адаптуватися до змін у характері даних. Це особливо цінно в умовах високої нерівномірності постачання, коли традиційні статистичні методи показують недостатню точність.

Технології блокчейн у ланцюгах постачання. Розподілені реєстри забезпечують прозорість та довіру між учасниками ланцюга постачання, що сприяє зниженню нерівномірності через [6]: автоматичне виконання смарт-контрактів при відхиленнях від умов постачання; незмінність записів про транзакції постачання; підвищення відповідальності постачальників; спрощення процедур верифікації та аудиту.

Блокчейн-технології створюють єдину версію правди (single source of truth) для всіх учасників ланцюга постачання. Смарт-контракти можуть автоматично нараховувати штрафи за затримки постачання або автоматично активувати альтернативні джерела при порушенні графіків. Це стимулює постачальників дотримуватися узгоджених термінів і знижує загальну нерівномірність постачання.

Незважаючи на потенційні переваги, широке впровадження блокчейн у логістиці стримується технічними обмеженнями (низька швидкість транзакцій), високою вартістю впровадження та необхідністю узгодження стандартів між різними учасниками ланцюга постачання.

## Висновки

Цифрова трансформація логістичних процесів є критичним фактором стійкості підприємства в умовах нестабільного середовища. На основі аналізу представлених технологій можна зробити такі висновки: Комплексність та інтеграція: Найбільший ефект досягається не точковим впровадженням окремих інструментів, а синергією ERP-модулів (MM, PP, WM), що створюють єдиний інформаційний простір для всіх підрозділів. Прозорість та швидкість реакції: Використання IoT та GPS-моніторингу трансформуює "сліпі зони" ланцюга постачання у керовані потоки даних, що дозволяє скорочувати страхові запаси за рахунок зменшення часової невизначеності. Інтелектуалізація управління: Впровадження алгоритмів машинного навчання у DSS дозволяє виявляти приховані закономірності в

постачанні, які не піддаються класичним методам аналізу, забезпечуючи високу точність прогнозів навіть за значних коливань. Довіра та автоматизація: Блокчейн та смарт-контракти виступають гарантом виконання зобов'язань постачальниками, хоча їхнє масове впровадження наразі стримується технічними та економічними бар'єрами.

Перехід до цифрових систем управління запасами дозволяє підприємствам не лише економити ресурси (за рахунок оптимізації обігових коштів), а й перетворювати ризики нерівномірного постачання на керовані параметри бізнес-процесів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чухрай Н. І. Управління ланцюгами постачань: навч. посібник / Н. І. Чухрай, О. Б. Мороз, Я. В. Навроцька. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 220 с.
2. Чернописька Н. В. Методологічні аспекти управління запасами промислового підприємства / Н. В. Чернописька // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Логістика. – 2016. – № 846. – С. 175-182.
3. Наумов В. Н. Управління запасами в ланцюгу поставок: навч.-метод. посібник / В. Н. Наумов. – Харків: ХНУМГ, 2015. – 142 с.
4. Іванова М. І. Логістика: підручник / М. І. Іванова. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2014. – 616 с.
5. Chopra S. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation / S. Chopra, P. Meindl. – 6th ed. – Boston: Pearson, 2016. – 528 p.

***Ковбій Інна Юрївна*** - студентка групи 1Л-22б, факультет менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [innakovbij@gmail.com](mailto:innakovbij@gmail.com)

Науковий керівник: ***Давидюк Людмила Петрівна*** - кандидат економічних наук, доцент кафедри підприємництва, логістики та менеджменту, факультету менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [davydiuk\\_liudmyla@ukr.net](mailto:davydiuk_liudmyla@ukr.net)

***Kovbiy Inna Yuriivna*** - student of group 1L-22b, Faculty of Management and Information Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [innakovbij@gmail.com](mailto:innakovbij@gmail.com)

Scientific supervisor: ***Davydiuk Lyudmila Petrivna*** - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Entrepreneurship, Logistics and Management, Faculty of Management and Information Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [davydiuk\\_liudmyla@ukr.net](mailto:davydiuk_liudmyla@ukr.net)