

УДК 656.13:658.5:004.896
JEL: C61; L91; O33; R41
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2026-5-322-330>

ВИКОРИСТАННЯ ПРЕДИКТИВНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ СТАБІЛІЗАЦІЇ РУХУ ЯК ІНСТРУМЕНТУ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

©2026 МАЩЕНКО М. А., ДОРОШЕНКО А. П.

УДК 656.13:658.5:004.896
JEL: C61; L91; O33; R41

Мащенко М. А., Дорошенко А. П. Використання предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху як інструменту підвищення економічної ефективності транспортно-логістичних процесів

У статті досліджено можливості використання предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів як інструменту підвищення економічної ефективності транспортно-логістичних процесів підприємств за умов цифрової трансформації транспортної галузі. Обґрунтовано доцільність застосування алгоритмів предиктивного керування, сенсорних систем моніторингу дорожнього середовища та технологій штучного інтелекту для забезпечення адаптивного регулювання параметрів руху транспортних засобів у реальному часі. Визначено основні функціональні компоненти предиктивної інтелектуальної системи стабілізації руху та розкрито механізм їх інтеграції в систему управління транспортно-логістичними процесами підприємства. Проаналізовано вплив предиктивних систем стабілізації руху на зниження рівня аварійності перевезень, скорочення витрат на технічне обслуговування транспортних засобів, оптимізацію використання паливно-енергетичних ресурсів, підвищення надійності доставки вантажів і продуктивності транспортного парку. Запропоновано економічну модель оцінювання ефективності впровадження предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху, що передбачає визначення інтегрального економічного ефекту на основі скорочення експлуатаційних витрат і підвищення результативності логістичних операцій. Розроблено структурно-логічну модель впливу предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху на ефективність транспортно-логістичних процесів підприємства. Результати дослідження можуть бути використані під час формування стратегій цифрової трансформації транспортно-логістичних підприємств, підвищення безпеки перевезень і оптимізації управління транспортними потоками в умовах зростання невизначеності зовнішнього середовища.

Ключові слова: предиктивне керування; інтелектуальні транспортні системи; стабілізація руху транспортних засобів; транспортно-логістичні процеси; цифровізація логістики; економічна ефективність; експлуатаційні витрати; економічні ризики; конкурентоспроможність.

Рис.: 1. Табл.: 2. Формул.: 2. Бібл.: 16.

Мащенко Марина Анатоліївна – доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри підприємництва, торгівлі і логістики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна)

E-mail: Maryna.Mashchenko@khi.edu.ua
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8863-6040>

Дорошенко Антон Петрович – директор «DOROSHTRANS LOGISTIC LLC» (3158 S Bumby Ave., Орландо, FL 32806, США)

E-mail: polopolo605@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1976-281X>

UDC 656.13:658.5:004.896
JEL: C61; L91; O33; R41

Mashchenko M. A., Doroshenko A. P. Use of Predictive Intelligent Motion Stabilization Systems as a Tool for Increasing the Economic Efficiency of Transport and Logistics Processes

The article explores the possibilities of using predictive intelligent vehicle motion stabilization systems as a tool to improve the economic efficiency of companies' transport and logistics processes in the context of the digital transformation of the transport sector. The research substantiates the feasibility of applying predictive control algorithms, road environment monitoring sensor systems, and artificial intelligence technologies to ensure adaptive regulation of vehicle movement parameters in real time. The main functional components of a predictive intelligent motion stabilization system are identified, and the mechanism of their integration into the company's transport and logistics management system is revealed. The impact of predictive motion stabilization systems on reducing accident rates in transportation, cutting vehicle maintenance costs, and optimizing the use of fuel and energy resources and the productivity of the vehicle fleet is analyzed. An economic model for assessing the efficiency of implementing predictive intelligent traffic stabilization systems has been proposed, which involves determining the overall economic effect based on reducing operating costs and improving the effectivity of logistics operations. A structural-logical model of the impact of predictive intelligent traffic stabilization systems on the efficiency of transport and logistics processes of an enterprise has been developed. The research results can be used when forming strategies for the digital transformation of transport and logistics enterprises, improving transportation safety, and optimizing traffic management in conditions of increasing external uncertainty.

Keywords: predictive control; intelligent transport systems; vehicle movement stabilization; transport and logistics processes; logistics digitalization; economic efficiency; operating costs; economic risks; competitiveness.

Fig.: 1. Tabl.: 2. Formulae.: 2. Bibl.: 16.

Mashchenko Maryna A. – D. Sc. (Economics), Professor, Head of the Department of Entrepreneurship, Trade and Logistics, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (2 Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

E-mail: Maryna.Mashchenko@khi.edu.ua
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8863-6040>

Doroshenko Anton P. – Director of the «DOROSHTRANS LOGISTIC LLC» (3158 S Bumby Ave., Orlando, FL 32806, USA)

E-mail: polopolo605@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1976-281X>

У сучасних умовах цифрової трансформації транспортної галузі підвищення ефективності транспортно-логістичних процесів підприємств дедалі більше залежить від впровадження інтелектуальних систем керування рухом транспортних засобів. Особливу роль відіграють системи предиктивного типу, які забезпечують не реакцію на вже сформовану небезпечну ситуацію, а її випереджальне прогнозування.

Традиційні системи стабілізації руху (ABS, ESC) функціонують за реактивним принципом і не враховують повною мірою вплив параметрів навколишнього середовища, дорожнього покриття та кооперативної інформації від інших транспортних засобів. Натомість сучасні предиктивні системи використовують алгоритми штучного інтелекту, сенсорні комплекси та мережеву взаємодію для формування адаптивних моделей стабілізації руху ще до входження транспортного засобу в небезпечну зону.

Це створює передумови для формування нової парадигми управління транспортно-логістичними процесами на основі технологій випереджального керування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Сучасний розвиток транспортно-логістичних систем характеризується активним впровадженням інтелектуальних технологій керування рухом транспортних засобів, цифрових платформ обробки даних і предиктивних алгоритмів прийняття рішень, що забезпечують підвищення безпеки перевезень та ефективності функціонування логістичної інфраструктури. Особливе місце серед таких технологій займають методи предиктивного керування (*Model Predictive Control – MPC*), які широко застосовуються для стабілізації руху транспортних засобів у складних експлуатаційних умовах.

Зокрема, у дослідженні В. Чжу, Ю. Ван, Д. Гао, В. Ши, В. Ю обґрунтовано застосування предиктивного керування для оптимізації розподілу тягових зусиль інтелектуальних суден, що дозволяє підвищити точність керування та стійкість руху транспортних платформ [1]. Подібні підходи реалізовано в роботі М. Тан, Ю. Чжан, В. Ван, Б. Ань, Ю. Ян, де запропоновано дворівневу модель предиктивного керування для забезпечення курсової стійкості автономних транспортних засобів спеціального призначення [2]. Своєю чергою, Дж. Цю, Д. Лін, М. Тан, Ц. Чжан, Х. Сун доводять ефективність використання адаптивних алгоритмів MPC для підвищення точності відстеження траєкторії безпілотних логістичних транспортних засобів [3].

Особливу увагу приділено дослідженням стабілізації руху багатоланкових транспортних засобів. Так, у роботі З. Лі, Х. Чу, Г. Нін, Б. Гаол запропоновано використання підходу Data-Enabled Predictive

Control, який забезпечує підвищення динамічної стійкості зчленованих транспортних систем шляхом використання даних реального часу [4]. У дослідженні С. Торманн розглянуто можливості застосування розподіленого предиктивного керування для формування кооперативних транспортних колон, що сприяє підвищенню безпеки руху та зниженню енергетичних витрат транспортних операцій [5]. Аналогічні результати отримано в роботі Х. Цян, С. Цзінь, С. Фен, Д. Сюе, А. Чжан, де використання алгоритмів MPC дозволяє забезпечити стабілізацію руху транспортних платформ на основі прогнозування параметрів зовнішніх збурень [6].

Паралельно з технічними дослідженнями активно розвивається напрям цифровізації транспортно-логістичних процесів. Зокрема, С. М. Ілляшенко, Ю. С. Шипуліна, Н. С. Ілляшенко, Є. О. Голишева доводять, що цифровізація логістики є одним із ключових чинників підвищення ефективності функціонування транспортної інфраструктури та важливою передумовою відновлення економіки України в умовах післявоєнної трансформації [7]. Аналогічну позицію підтримують Н. М. Гуржій, В. Я. Гавран, Н. Я. Сапотницька, які обґрунтовують значний вплив цифрових технологій на оптимізацію логістичних процесів підприємств і підвищення їх конкурентоспроможності [8].

Питання впровадження інноваційних технологій у логістичні системи підприємств розглянуто в роботі А. П. Середницької та В. В. Волинця, де підкреслюється необхідність інтеграції сучасних інформаційних систем управління транспортними потоками для підвищення ефективності логістичної діяльності [9]. У дослідженні О. М. Ковриги здійснено оцінку сучасного стану транспортної логістики України та визначено основні напрями її вдосконалення на основі використання цифрових технологій управління транспортними процесами [10].

Водночас у дослідженні [11] обґрунтовано, що впровадження інноваційних технологічних рішень виступає одним із ключових чинників підвищення міжнародної конкурентоспроможності підприємств. Важливим напрямом сучасних досліджень є формування стратегічних засад розвитку логістичних систем в умовах трансформації економічного середовища. Зокрема, Ю. М. Попова, О. А. Чуприна, В. С. Демчина розглядають логістику як ключовий елемент відновлення економіки України через інтеграцію міжнародних транспортних коридорів і впровадження сучасних цифрових рішень у систему управління перевезеннями [12]. У роботі О. Б. Гірної та О. А. Петляківського досліджено трансформацію ринку логістичних послуг в умовах воєнного стану та обґрунтовано роль ін-

новаційних технологій у підвищенні ефективності логістичних процесів [13].

Окрему увагу приділено питанням цифрової трансформації логістичного сектора України в умовах воєнної економіки. Так, у дослідженні О. В. Костенко, В. П. Черненко, А. Ю. Куличкова доведено необхідність впровадження інтелектуальних інформаційних систем управління транспортними процесами для забезпечення стійкості функціонування логістичної інфраструктури [14]. Подібні аспекти розвитку транспортної галузі в цифрову епоху розглянуто в роботі А. О. Накалюжної, А. С. Устіловської, де підкреслено важливість інтеграції інтелектуальних транспортних технологій у систему управління перевезеннями [15].

Разом із тим, сучасні наукові підходи до забезпечення стабільності руху транспортних засобів передбачають використання нейромережових алгоритмів прогнозування параметрів дорожнього середовища, сенсорних систем моніторингу стану дорожнього покриття та технологій міжтранспортної комунікації, що дозволяють адаптувати параметри руху транспортного засобу до змін зовнішніх умов у режимі реального часу, що підтверджено матеріалами заявки на патент України А. П. Дорошенка [16].

Таким чином, аналіз сучасних наукових досліджень свідчить про значний розвиток технологій предиктивного керування рухом транспортних засобів та цифровізації логістичних систем. Водночас недостатньо дослідженим залишається питання комплексного економічного обґрунтування використання предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху як інструменту підвищення економічної ефективності транспортно-логістичних процесів підприємств, що зумовлює актуальність подальших наукових досліджень у цьому напрямі.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на значну кількість наукових досліджень у сфері предиктивного керування стабільністю руху транспортних засобів, інтелектуальних транспортних систем і цифровізації логістичних процесів, низка важливих аспектів цієї проблематики залишається недостатньо дослідженою.

Передусім, більшість наявних наукових робіт зосереджена на технічних питаннях забезпечення курсової стійкості транспортних засобів, оптимізації траєкторії руху та підвищення точності керування на основі алгоритмів Model Predictive Control і технологій штучного інтелекту. Водночас питання інтеграції таких систем у транспортно-логістичні процеси підприємств із позицій еконо-

мічної ефективності їх застосування розглянуто фрагментарно.

Недостатньо дослідженими залишаються також методичні підходи до оцінювання економічних результатів упровадження предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів, зокрема в частині зниження витрат на експлуатацію транспортних засобів, скорочення втрат від аварійності, підвищення надійності транспортних операцій та оптимізації використання ресурсів транспортно-логістичних підприємств.

Крім того, потребує подальшого наукового обґрунтування питання використання сенсорних систем прогнозування стану дорожнього середовища, міжтранспортної комунікації та нейромережових алгоритмів керування як складових єдиної інтегрованої системи підтримки прийняття рішень у транспортній логістиці.

Також недостатньо розробленими залишаються підходи до оцінювання впливу предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху на ефективність функціонування транспортно-логістичних систем у складних умовах зовнішнього середовища, зокрема в умовах підвищеної невизначеності, змінності дорожньо-кліматичних факторів та трансформації транспортної інфраструктури.

Отже, актуальним науковим завданням є формування комплексного підходу до обґрунтування використання предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів як інструменту підвищення економічної ефективності транспортно-логістичних процесів підприємств.

Формулювання мети статті (постановка завдання). *Метою статті* є обґрунтування теоретичних і прикладних засад використання предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів як інструменту підвищення економічної ефективності транспортно-логістичних процесів підприємств на основі аналізу сучасних технологій прогнозного керування та визначення їх впливу на показники безпеки перевезень, експлуатаційної надійності транспортних засобів і оптимізації витрат логістичної діяльності.

Опис методики проведення дослідження. Методика проведення дослідження ґрунтується на комплексному поєднанні загальнонаукових і спеціальних методів аналізу, що забезпечують обґрунтування можливостей використання предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів як інструменту підвищення економічної ефективності транспортно-логістичних процесів підприємств.

На *першому етапі* дослідження застосовано метод теоретичного узагальнення та системного аналізу для вивчення сучасних підходів до забезпечення стабільності руху транспортних засобів на основі технологій предиктивного керування та штучного інтелекту. Це дозволило визначити основні напрями розвитку інтелектуальних систем стабілізації руху в контексті цифровізації транспортно-логістичних систем.

На *другому етапі* використано метод структурно-функціонального аналізу для дослідження принципів функціонування предиктивних систем стабілізації руху транспортних засобів, зокрема алгоритмів прогнозування параметрів дорожнього середовища, сенсорного моніторингу стану дорожнього покриття та адаптивного керування тяговими характеристиками транспортних засобів у режимі реального часу.

На *третьому етапі* дослідження застосовано метод порівняльного аналізу для оцінювання ефективності традиційних систем керування рухом транспортних засобів та інтелектуальних предиктивних систем стабілізації за показниками безпеки перевезень, надійності транспортних операцій і рівня експлуатаційних витрат транспортно-логістичних підприємств.

Для визначення економічної доцільності впровадження предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху використано метод економічного аналізу, який передбачає оцінювання впливу таких систем на зниження витрат на експлуатацію транспортних засобів, скорочення витрат від аварійних ситуацій, підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів і оптимізацію транспортно-логістичних процесів.

Крім того, у дослідженні застосовано метод логічного узагальнення результатів для формування рекомендацій щодо інтеграції предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху в систему управління транспортно-логістичною діяльністю підприємств.

Використання зазначених методів забезпечило комплексний підхід до оцінювання впливу предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів на підвищення економічної ефективності транспортно-логістичних процесів за умов цифрової трансформації транспортної галузі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасний розвиток транспортно-логістичних систем характеризується зростанням ролі інтелектуальних технологій управління рухом транспортних засобів, що забезпечують підвищення безпеки перевезень, зниження експлуатаційних витрат і під-

вищення ефективності використання транспортних ресурсів підприємств. Одним із перспективних напрямів удосконалення транспортно-логістичних процесів є впровадження предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів, які дозволяють здійснювати адаптивне керування параметрами руху на основі прогнозування змін дорожнього середовища.

Предиктивні системи стабілізації руху транспортних засобів базуються на використанні сенсорних технологій моніторингу стану дорожнього покриття, погодних умов, параметрів руху транспортного засобу та характеристик взаємодії колеса з дорожньою поверхнею. Обробка отриманої інформації здійснюється за допомогою алгоритмів штучного інтелекту, що дозволяє прогнозувати можливі ризики втрати курсової стійкості та завчасно коригувати режими роботи підвіски, трансмісії та мотор-колес транспортного засобу [16].

Особливістю предиктивного підходу до стабілізації руху є перехід від реактивного управління до випереджального, що забезпечує формування керуючих впливів ще до моменту виникнення небезпечної ситуації. Це дозволяє значно підвищити стійкість транспортного засобу під час руху в умовах змінної якості дорожнього покриття, складних метеорологічних факторів та підвищених аеродинамічних навантажень.

Важливим елементом функціонування предиктивних систем стабілізації є використання технологій зондування дорожнього покриття за допомогою лідарів і радарів, що забезпечують формування цифрової моделі ділянки дороги перед транспортним засобом. Отримані дані доповнюються інформацією від датчиків температури, вологості та сили бокового вітру, що дозволяє оцінювати поточний стан зчеплення коліс із дорожнім покриттям і прогнозувати можливі зміни умов руху.

Застосування нейромережевих алгоритмів обробки сигналів дає змогу визначати параметри інформаційної ентропії сигналів електрорушійної сили мотор-колес транспортного засобу, що використовується для оцінювання ефективності передачі тягового зусилля через контактну поверхню колеса з дорогою. На основі отриманих результатів формується адаптивна стратегія керування крутним моментом кожного мотор-колеса, що забезпечує стабілізацію руху транспортного засобу та запобігання переходу його в стан неконтрольованого заносу [16].

Інтеграція предиктивних систем стабілізації руху в транспортно-логістичні процеси підприємств створює передумови для підвищення ефективності функціонування логістичних систем завдяки зменшенню рівня аварійності транспортних

операцій, скороченню витрат на ремонт і технічне обслуговування транспортних засобів, підвищенню надійності доставки вантажів і зниженню ризику порушення термінів перевезень.

Економічний ефект від упровадження предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху проявляється також у зниженні витрат на паливно-енергетичні ресурси завдяки оптимізації режимів руху транспортних засобів, підвищенню ефективності використання транспортного парку підприємств і скороченню непродуктивних простоїв унаслідок аварійних ситуацій. Крім того, використання таких систем сприяє підвищенню рівня безпеки перевезень, що забезпечує зменшення страхових витрат і підвищення загальної конкурентоспроможності транспортно-логістичних підприємств.

Узагальнення економічного ефекту від упровадження предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів доцільно здійснювати на основі інтегрального показника економії експлуатаційних витрат підприємства:

$$E = \Delta C_1 + \Delta C_2 + \Delta C_3 + \Delta C_4 + \Delta C_5, \quad (1)$$

де:

ΔC_1 – економія витрат на ремонт транспортних засобів;

ΔC_2 – економія паливно-енергетичних ресурсів;

ΔC_3 – скорочення страхових витрат;

ΔC_4 – зменшення штрафних санкцій за порушення термінів доставки;

ΔC_5 – скорочення витрат від простоїв транспортних засобів.

Для оцінювання доцільності впровадження предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху також доцільно використовувати показник рентабельності інвестицій:

$$ROI = \frac{E - C_{impl}}{C_{impl}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де C_{impl} – витрати на впровадження предиктивної системи стабілізації руху транспортних засобів.

Суттєвим напрямом підвищення ефективності транспортно-логістичних процесів є інтеграція предиктивних систем стабілізації руху в єдину інформаційну систему управління транспортними потоками підприємства. Це дозволяє забезпечити оперативний обмін даними між транспортними засобами, диспетчерськими центрами та інформаційними платформами управління логістичними процесами, що створює умови для формування адаптивних маршрутів перевезень і оптимізації використання транспортної інфраструктури.

Використання кооперативного управління на основі взаємодії декількох агентів штучного інте-

лекту дозволяє підвищити точність прогнозування параметрів руху транспортного засобу та забезпечити синхронізацію роботи окремих елементів транспортної системи. Такий підхід сприяє підвищенню ефективності функціонування транспортних колон, зменшенню аеродинамічного опору під час руху та оптимізації витрат енергетичних ресурсів.

Таким чином, застосування предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів забезпечує комплексне підвищення ефективності транспортно-логістичних процесів підприємств за рахунок зниження експлуатаційних витрат, підвищення безпеки перевезень, оптимізації використання транспортних ресурсів і впровадження сучасних цифрових технологій управління транспортними потоками. Це створює передумови для формування інноваційної моделі функціонування транспортно-логістичних систем в умовах цифрової трансформації економіки.

У табл. 1 представлено основні напрями впливу предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів на економічну ефективність транспортно-логістичних процесів підприємства. Визначено, що впровадження таких систем забезпечує комплексний позитивний економічний ефект за рахунок зниження аварійності транспортних операцій, оптимізації режимів руху транспортних засобів і підвищення стабільності виконання логістичних завдань.

Крім того, зниження простоїв транспорту сприяє зростанню продуктивності використання транспортного парку, а підвищення надійності перевезень позитивно впливає на формування конкурентних переваг підприємства на ринку логістичних послуг. Водночас скорочення страхових витрат забезпечує зменшення загального рівня експлуатаційних витрат підприємства, що в сукупності формує інтегральний економічний ефект від упровадження предиктивних систем стабілізації руху у транспортно-логістичну діяльність.

У табл. 2 наведено узагальнені очікувані результати впровадження предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів у діяльність транспортно-логістичних підприємств, що відображають їх вплив на ключові техніко-економічні показники функціонування транспортної системи. Представлені значення демонструють потенціал використання предиктивних технологій для підвищення ефективності управління транспортними процесами на основі адаптивного прогнозування умов руху та оптимізації параметрів експлуатації транспортних засобів.

Зокрема, впровадження предиктивних систем стабілізації руху дозволяє знизити рівень ава-

Таблиця 1

Основні напрями впливу предиктивних систем стабілізації руху на економічну ефективність транспортно-логістичних процесів

Напрямок впливу	Економічний результат
Зниження аварійності	Скорочення витрат на ремонт транспортних засобів
Оптимізація режимів руху	Зменшення витрат пального та енергії
Підвищення стабільності доставки	Зменшення штрафів за порушення термінів перевезень
Зниження простоїв транспорту	Підвищення продуктивності транспортного парку
Підвищення надійності перевезень	Зростання конкурентоспроможності підприємства
Зменшення страхових витрат	Скорочення загальних експлуатаційних витрат

Джерело: сформовано авторами на основі [16].

Таблиця 2

Очікувані результати впровадження предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху в діяльність транспортно-логістичних підприємств

Показник	Очікувана зміна
Рівень аварійності	Зменшення на 15–35%
Витрати на технічне обслуговування	Зменшення на 10–20%
Витрати паливно-енергетичних ресурсів	Зменшення на 5–12%
Надійність доставки вантажів	Підвищення на 18–30%
Продуктивність транспортного парку	Зростання на 12–25%
Загальна економічна ефективність логістичних процесів	Зростання на 15–28%

Джерело: сформовано авторами на основі [16].

рійності на 15–35%, що сприяє скороченню витрат на відновлення транспортних засобів і мінімізації ризиків втрат під час перевезень. Одночасно спостерігається зменшення витрат на технічне обслуговування на 10–20% завдяки зниженню динамічних навантажень на вузли та агрегати транспортних засобів.

Оптимізація режимів руху забезпечує зменшення витрат паливно-енергетичних ресурсів у межах 5–12%, що є важливим чинником підвищення економічної результативності логістичної діяльності підприємств. Підвищення надійності доставки вантажів на 18–30% сприяє зростанню рівня виконання договірних зобов'язань і зміцненню ділової репутації підприємства. Крім того, підвищення продуктивності транспортного парку на 12–25% забезпечує більш ефективне використання наявних ресурсів підприємства без необхідності суттєвого розширення автопарку. Сукупна дія зазначених факторів формує загальне підвищення економічної ефективності транспортно-логістичних процесів підприємства, що підтверджує доцільність впровадження предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху в практику управління транспортною діяльністю.

На *рис. 1* представлено структурно-логічну модель функціонування предиктивної інтелектуальної системи стабілізації руху транспортного засобу та її впливу на економічну ефективність транспортно-логістичних процесів підприємства.

Модель відображає послідовність взаємопов'язаних етапів обробки інформації та формування керуючих впливів у межах інтелектуальної системи стабілізації руху. На першому етапі здійснюється збір даних про стан дорожнього середовища та параметри руху транспортного засобу за допомогою лідару, радара, датчиків температури, вологості, сили бокового вітру та сенсорів динаміки руху. Це забезпечує формування інформаційної бази для подальшого прогнозування умов експлуатації транспортного засобу.

Другий рівень передбачає інтелектуальну обробку отриманих даних із використанням алгоритмів штучного інтелекту, методів Model Predictive Control і нейромережевого аналізу, що дозволяє прогнозувати можливі ризики втрати стійкості руху та визначати оптимальні параметри керування транспортним засобом у режимі реального часу.

На третьому рівні реалізується адаптивне керування транспортним засобом шляхом регулю-

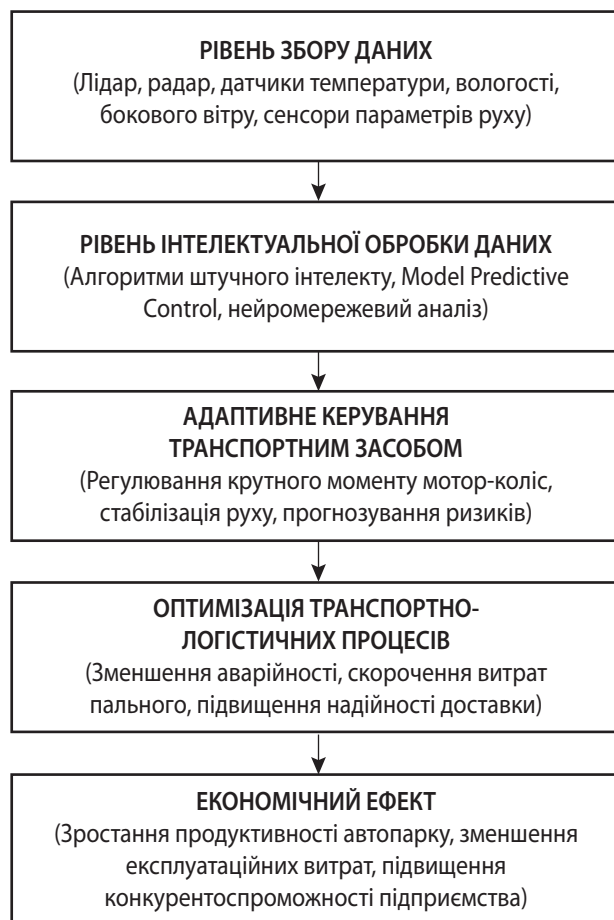


Рис. 1. Концептуальна модель впливу предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху на економічну ефективність транспортно-логістичних процесів підприємства

Джерело: сформовано авторами.

вання крутного моменту мотор-коліс, стабілізації траєкторії руху та попередження виникнення аварійних ситуацій. Це забезпечує підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів у складних дорожньо-кліматичних умовах.

Наступний етап пов'язаний з оптимізацією транспортно-логістичних процесів підприємства, що проявляється у зменшенні аварійності перевезень, скороченні витрат паливно-енергетичних ресурсів та підвищенні надійності доставки вантажів.

Кінцевим результатом функціонування системи є формування інтегрального економічного ефекту, який проявляється у зростанні продуктивності транспортного парку, зменшенні експлуатаційних витрат і підвищенні конкурентоспроможності транспортно-логістичного підприємства.

Таким чином, рис. 1 демонструє причинно-наслідковий зв'язок між використанням предиктивних інтелектуальних технологій стабілізації руху та підвищенням ефективності управління транспортно-логістичною діяльністю підприємства.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження обґрунтовано доцільність використання предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху транспортних засобів як ефективного інструменту підвищення економічної результативності транспортно-логістичних процесів підприємств в умовах цифрової трансформації транспортної галузі. Встановлено, що застосування алгоритмів предиктивного керування, сенсорних систем моніторингу дорожнього середовища та технологій штучного інтелекту забезпечує перехід від реактивних до випереджальних моделей управління рухом транспортних засобів, що сприяє підвищенню безпеки перевезень і надійності логістичних операцій.

Доведено, що впровадження предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху дозволяє знизити рівень аварійності перевезень, скоротити витрати на технічне обслуговування транспортних засобів, оптимізувати використання паливно-енергетичних ресурсів і підвищити продуктивність транспортного парку підприємства. Визначено, що інтеграція таких систем у структуру управління

транспортно-логістичними процесами забезпечує формування інтегрального економічного ефекту завдяки підвищенню стабільності доставки вантажів, скороченню експлуатаційних витрат і зміцненню конкурентних позицій підприємств на ринку логістичних послуг.

Запропоновано структурно-логічну модель впливу предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху на ефективність транспортно-логістичних процесів підприємства та економічну модель оцінювання результативності їх упровадження, що дозволяє комплексно оцінити ефективність використання таких систем у практиці управління транспортною діяльністю.

Перспективи подальших наукових досліджень пов'язані з розробленням економіко-математичних моделей оцінювання ефективності використання предиктивних інтелектуальних систем стабілізації руху в умовах невизначеності транспортного середовища; з удосконаленням методичних підходів до інтеграції сенсорних технологій прогнозування дорожніх умов у цифрові логістичні платформи управління перевезеннями, а також з дослідженням можливостей застосування технологій кооперативного управління транспортними засобами в складі інтелектуальних транспортних систем нового покоління.

Крім того, актуальним напрямом подальших досліджень є оцінювання ефективності використання предиктивних систем стабілізації руху в умовах розвитку автономного транспорту та цифрових екосистем управління логістичними потоками. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Zhu W., Wang Y., Gao D., Shi W., Yu W. A thrust allocation strategy for intelligent ships based on model prediction control. *Transactions of the Institute of Measurement and Control*. 2023. Vol. 45. Iss. 9. DOI: <https://doi.org/10.1177/01423312221146346>
2. Tang M., Zhang Y., Wang W., An B., Yan Y. Yaw Stability Control of Unmanned Emergency Supplies Transportation Vehicle Considering Two-Layer Model Predictive Control. *Actuators*. 2024. Vol. 13. Iss. 3. Art. 103. DOI: <https://doi.org/10.3390/act13030103>
3. Qiu J., Lin D., Tang M., Zhang Q., Song H. Trajectory Tracking of Unmanned Logistics Vehicle Based on Event-Triggered and Adaptive Optimization Parameters MPC. *Processes*. 2024. Vol. 12. Iss. 9. Art. 1878. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr12091878>
4. Li Z., Chu H., Ning G., Gaol B. Data-Enabled Predictive Control for Stability Improvement of Articulated Vehicles. *European Control Conference Proceedings* (25–28 June 2024). Stockholm, Sweden. 2024. DOI: <https://doi.org/10.23919/ecc64448.2024.10590782>

5. Thormann S. Cooperative Platooning: Development and Co-Simulation-Based Validation of Distributed Model Predictive Control Methods for Safe and Efficient Cooperative Platooning. *Dissertation*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34726/HSS.2020.86580>
6. Qiang H., Jin S., Feng X., Xue D., Zhang L. Model Predictive Control of a Shipborne Hydraulic Parallel Stabilized Platform Based on Ship Motion Prediction. *IEEE Access*. 2020. Vol. 8. P. 181880–181892. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2992458>
7. Illiashenko S., Shypulina Yu., Illiashenko N., Golysheva Ie. Digitalization of logistics to solve the problems of its development in the conditions of the post-war recovery of Ukraine's economy. *Економічний вісник ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*. 2024. № 1. С. 69–77. DOI: <https://doi.org/10.32434/2415-3974-2024-19-1-69-77>
8. Гуржій Н. М., Гавран В. Я., Сапотницька Н. Я. Цифрові технології та їхній вплив на управління логістичними процесами підприємств. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 55. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-55-20>
9. Середницька Л. П., Волинець В. В. Інноваційні технології в логістичній системі. *Економіка і суспільство*. 2018. Вип. 19. С. 617–621. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2018-19-96>
10. Коврига О. М. Оцінка стану української логістичної системи та шляхи удосконалення транспортної логістики підприємства. *Актуальні питання економічних наук*. 2024. № 5. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14535296>
11. Yanton-Drozdovska E. International Competitiveness of the Enterprise. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону*. 2020. Вип. 16. Т. 2. С. 10–17. DOI: <https://doi.org/10.15330/apred.2.16.10-17>
12. Попова Ю. М., Чуприна О. О., Демчина В. Р. Логістика та повоєнне відновлення економіки України: напрацювання стратегій сумісно з іноземними партнерами. *Економіка та суспільство*. 2025. Вип. 73. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-21>
13. Гірна О. Б., Петляківський О. А. Трансформація ринку логістичних послуг в умовах воєнного стану: виклики та перспективи. *Економічний простір*. 2024. № 196. С. 137–143. DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.196.137-143>
14. Костенко О. В., Черненко В. П., Куличков А. Ю. Цифрова трансформація логістичного управління вантажними перевезеннями в Україні: інституційні виклики та євроінтеграційні перспективи. *Сталій розвиток економіки*. 2025. № 5. С. 425–431. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-56-58>
15. Накалюжна А. О., Устіловська А. С. Транспортна галузь України: виклики, трансформації та перспективи розвитку в умовах війни та цифрової ери. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2025. № 90. С. 180–189. DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.90.337363>

16. Дорошенко А. П. Спосіб предиктивного керування стабільністю руху транспортного засобу: матеріали заявки на патент України. МПК В60W 30/02, В60W 40/06, В60L 15/20, Н04W 4/46, G06N 3/02, G08G 1/0967. № u202601428; заявл. 16.03.2026. Неопубл.

REFERENCES

- Doroshenko A. P. (2026). *Sposib predyktivnoho keruvania stabilnistiu rukhu transportnoho zasobu: materialy zaiavky na patent Ukrainy* [Method of predictive control of vehicle motion stability: Ukrainian patent application materials].
- Hirna O. B. & Petliakivskiy O. A. (2024). Transformatsiia rynku lohistychnykh posluh v umovakh voiennoho stanu: vyklyky ta perspektyvy [Transformation of the logistics services market under martial law: challenges and prospects]. *Ekonomichnyi prostrir*, 196, 137–143. <https://doi.org/10.30838/EP.196.137-143>
- Hurzhi N. M., Havran V. Ya. & Sapotnytska N. Ya. (2023). Tsyfrovi tekhnolohii ta yikhniy vplyv na upravlinnia lohistychnymy protsesamy pidpriemstv [Digital technologies and their impact on managing logistics processes of enterprises]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 55. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-55-20>
- Illiashenko S., Shypulina Yu., Illiashenko N. & Golysheva Ie. (2024). Digitalization of logistics to solve the problems of its development in the conditions of the post-war recovery of Ukraine's economy. *Ekonomichnyi visnyk DVNZ «Ukrainskyi derzhavnyi khimiko-tekhnolohichniy universytet»*, 1, 69–77. <https://doi.org/10.32434/2415-3974-2024-19-1-69-77>
- Kostenko O. V., Chernenko V. P. & Kulychkov A. Yu. (2025). Tsyfrova transformatsiia lohistychnoho upravlinnia vantazhnymy perevezenniamy v Ukraini: instytutsiini vyklyky ta yevrointehratsiini perspektyvy [Digital transformation of logistics management of freight transportation in Ukraine: institutional challenges and European integration prospects]. *Stalyi rozvytok ekonomiky*, 5, 425–431. <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-56-58>
- Kovryha O. M. (2024). Otsinka stanu ukrainskoi lohistychnoi systemy ta shliakhy udoskonalennia transportnoi lohistyky pidpriemstva [Assessment of the state of the Ukrainian logistics system and ways to improve transport logistics of the enterprise]. *Aktualni pytannia ekonomichnykh nauk*, 5. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14535296>
- Li Z., Chu H., Ning G. & Gaol B. (2024). Data-Enabled Predictive Control for Stability Improvement of Articulated Vehicles. *European Control Conference Proceedings* (25–28 June 2024). Stockholm, Sweden. <https://doi.org/10.23919/ecc64448.2024.10590782>
- Nakaliuzhna A. O. & Ustilovska A. S. (2025). Transportna haluz Ukrainy: vyklyky, transformatsii ta perspektyvy rozvytku v umovakh viiny ta tsyfrovoy ery [Transport sector of Ukraine: challenges, transformations and development prospects under conditions of war and digital era]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, 90, 180–189. <https://doi.org/10.18664/btie.90.337363>
- Popova Yu. M., Chupryna O. O. & Demchyna V. R. (2025). Lohistyka ta povoiennne vidnovlennia ekonomiky Ukrainy: napratsiuvannia stratehii sumisno z inozemnymy partneramy [Logistics and post-war recovery of the economy of Ukraine: developing strategies jointly with foreign partners]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 73. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-21>
- Qiang H., Jin S., Feng X., Xue D. & Zhang L. (2020). Model Predictive Control of a Shipborne Hydraulic Parallel Stabilized Platform Based on Ship Motion Prediction. *IEEE Access*, 8, 181880–181892. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2992458>
- Qiu J., Lin D., Tang M., Zhang Q. & Song H. (2024). Trajectory Tracking of Unmanned Logistics Vehicle Based on Event-Triggered and Adaptive Optimization Parameters MPC. *Processes*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/pr12091878>
- Serednytska L. P. & Volynets V. V. (2018). Innovatsiini tekhnolohii v lohistychnii systemi [Innovative technologies in the logistics system]. *Ekonomika i suspilstvo*, 19, 617–621. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2018-19-96>
- Tang M., Zhang Y., Wang W., An B. & Yan Y. (2024). Yaw Stability Control of Unmanned Emergency Supplies Transportation Vehicle Considering Two-Layer Model Predictive Control. *Actuators*, 3(13). <https://doi.org/10.3390/act13030103>
- Thormann S. (2020). Cooperative Platooning: Development and Co-Simulation-Based Validation of Distributed Model Predictive Control Methods for Safe and Efficient Cooperative Platooning. *Dissertation*. <https://doi.org/10.34726/HSS.2020.86580>
- Yanton-Drozdzowska E. (2020). International Competitiveness of the Enterprise. *Aktualni problemy rozvytku ekonomiky rehionu*, 16(2), 10–17. <https://doi.org/10.15330/apred.2.16.10-17>
- Zhu W., Wang Y., Gao D., Shi W. & Yu W. (2023). A thrust allocation strategy for intelligent ships based on model prediction control. *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, 9(45). <https://doi.org/10.1177/01423312221146346>

Стаття надійшла до редакції / Received: 03.05.2026
Статтю прийнято до публікації / Accepted: 16.05.2026
Оприлюднено / Published: 23.06.2026