

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР
ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ
У ЗАПОРІЗЬКІЙ ОБЛАСТІ

**ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

Збірник тез доповідей
Сьомої всеукраїнської науково-практичної конференції

26–27 березня 2026 року

Електронне видання на DVD-ROM

м. Запоріжжя, 2026

УДК 656.01
Т65

*Рекомендовано до видання Вченою Радою
Національного університету «Запорізька політехніка»
(протокол №13 від 26.06.2026 р.)*

Рецензенти: *Олександр ПРОЦИК, канд. техн. наук, доцент Національного транспортного університету
Дмитро ЯЩЕНКО, канд. техн. наук, доцент Національного транспортного університету
Микола МОРОЗ, д-р техн. наук, проф. КНУ ім. М. Остроградського*

Упорядник Трушевський В.Е.

Редакційна колегія:

*Турпак С.М., д-р техн. наук, професор (відпов. ред.);
Трушевський В.Е., канд. техн. наук, доцент;
Висоцька Н. І., начальник ПІВ НУ «Запорізька політехніка».*

Т 65 Транспортні технології та безпека дорожнього руху. Збірник тез доповідей Сьомої всеукраїнської науково-практичної конференції 26–27 березня 2026 р., Запоріжжя [Електронний ресурс] / Редкол.: С.М. Турпак (відпов. ред.) Електрон. дані. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2026. –76 с. – 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана. ISBN 978-617-529-556-4

Зібрано тези доповідей, заслуханих на Сьомій всеукраїнській науково-практичній конференції. Збірка відображає широкий спектр наукових досліджень в галузі транспортних систем і технологій. Збірка розрахована на широкий загал дослідників та науковців.

УДК 656.01

ISBN 978-617-529-556-4

© НУ «Запорізька політехніка», 2026

ЗМІСТ

СПЕЦІАЛЬНА СЕКЦІЯ З ТЕМАТИКИ ПРОЄКТУ ERASMUS + KA2 IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT GOALS IN TRANSPORT BACHELOR DEGREE – ISDEGO (ВПРОВАДЖЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ В ПРОГРАМИ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ З ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ).....	6
<i>В.М. Никончук</i> Компетентнісний підхід як інструмент подолання структурних дисбалансів у підготовці фахівців транспортної галузі.....	6
<i>І.О. Хітров</i> Освітні механізми впровадження цілей сталого розвитку міст у сфері розумної транспортної інфраструктури	9
<i>С.М. Турпак, Т.В. Харченко, Л.А. Веремеснюк</i> Екологічні виклики транспортної галузі в Міжнародній програмі isdego	11
<i>Hulchak Oksana, Popov Stanislav, Olga Kynytska</i> Harmonization of education and the labor market in the training of bachelor's students in transport technologies: experience of the national transport university within the ISDEGO project	12
СЕКЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ	16
<i>Маслак Г.В.</i> Методичний підхід до оцінювання функціональної структури промислових станцій у динамічних умовах експлуатації	16
<i>В.М. Запара, Ю.-Н.І. Боровець, С.Г. Сеник</i> вплив реалізації законопроекту «про безпеку та інтероперабельність залізничного транспорту України» на функціонування залізниці.....	18
<i>Д.В. Ломотько, Д.В. Кудряшов</i> Інтеграція під'їзних колій підприємств у цифрову екосистему вантажних залізничних перевезень	20
<i>Н.С. Кудряшова</i> Оновлення локомотивного парку як фактор забезпечення стабільності вантажних перевезень залізничним транспортом	22
<i>І.М. Райда, Н.О. Байрак</i> До питання забезпечення інформаційної безпеки автомобільних вантажних перевезень під час дії військового стану.....	24
<i>М.В. Хара., Б.О. Журавель, І.В. Аріх</i> розвиток нових підходів до організації залізничних перевезень в умовах військових дій.....	26
<i>М.В. Хара., І.О. Макогон</i> Використання технологій штучного інтелекту для діагностики та прогнозного обслуговування залізничної інфраструктури.....	29
<i>Я.В. Запара, Р.І. Боровець, Б.В. Камінський</i> Впровадження децентралізованого розподілу баз даних на передавальних залізничних станціях	31
<i>Д.Л. Бурко, П.Є. Вакуленко</i> формалізація параметрів процесу доставки м'ясної продукції в холодових ланцюгах постачань	33
<i>Л.І. Рибальченко</i> Технологічні аспекти підвищення ефективності вантажних перевезень на залізниці.....	35

<i>С.Ю. Дудка</i> Системний підхід до захисту залізничних об'єктів від загроз в умовах військових дій.....	38
<i>Я.В. Запара, В.К. Панченко</i> Особливості застосування бездротових сенсорних мереж для мультимодальних перевізників	39
<i>Г.І. Шелехань, Г.В. Шаповал</i> Технологічні та організаційні аспекти перевезень військових вантажів залізницею	41
<i>Л.О. Васильєва, О.О. Острогляд, Я.С. Кубіч</i> Новий Митний кодекс – шлях до європейського митного простору	43
<i>О. Є. Титаренко</i> Вплив зовнішніх ризиків на розвиток міжнародних залізничних транспортних систем	46
<i>О. В. Тарасенко, В. О. Обертінська, О. О. Фукалова</i> Аналіз розвитку ринку сервісів прокату електричних самокатів.....	48
<i>Д.В. Ломотько, Я.А. Беляєв</i> Оптимізація процесів навантаження зернових вантажів на основі алгоритмів предиктивної аналітики.....	49
<i>С.М. Бойко, О.Б. Котов, С.О. Іщенко</i> Підвищення ефективності виконання робіт по доставці замовлень при використанні бпла	52
<i>С.М. Бойко, О.Б. Котов, О.С. Бойко</i> вплив психологічних особливостей авіаційного фахівця на ефективне застосування бпла	53
<i>О. Ф. Боровець, Т.Ю. Калайнікова</i> Аналіз підходів до розрахунку пропускної спроможності залізничних перегонів	54
<i>С.М. Турпак, Т.В. Кальченко, Є.О. Кучеренко</i> побудова прогностичної моделі транспортного потоку з Урахуванням сезонних коливань	55
<i>О.Ф. Кузькін</i> Аспекти застосування сценаріїв організації доставки вантажів у містах в умовах невизначеності	57
<i>О.Ф. Кузькін, А.А. Кудієвський</i> Вимоги європейського союзу щодо конструкції міських автобусів для перевезення маломобільних пасажирів ...	59
<i>О.В. Фомін, П.М. Прокопенко, Д.А. Іванченко</i> Базові критерії взаємодії пантографа рухомого складу з контактною мережею	60
<i>О.В. Фомін., О.С. Козинка, В.О. Безлуцький</i> Вплив демпфувальних та захисних покриттів на вібраційну поведінку вантажних вагонів	62
СЕКЦІЯ УПРАВЛІННЯ СІТІ-ЛОГІСТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ ТА БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	
<i>І.О. Хітров</i> Ризик-орієнтований підхід до забезпечення безпеки дорожнього руху в міській логістиці	65
<i>Popov Stanislav</i> Traffic Flow Management Based on Intelligent Transportation Systems: Challenges, Limitations, and Research Directions.....	67
<i>С. В. Янішевський, О. Є. Білоног, Л. М. Гурч</i> Особливості формування вуличної інфраструктури громадського транспорту в системах сталої міської мобільності.....	69
<i>В.О. Дорошук, Є.Б. Сліпенький</i> підвищення безпеки руху при перевезенні вантажів автомобільним транспортом	72

<i>В.Е. Трушевський</i> Технологія забезпечення відпрацювання сигналу «всім червоний» при координованому регулюванні	74
--	----

**СПЕЦІАЛЬНА СЕКЦІЯ З ТЕМАТИКИ ПРОЄКТУ ERASMUS + KA2
IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT
GOALS IN TRANSPORT BACHELOR DEGREE – ISDEGO
(ВПРОВАДЖЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ В
ПРОГРАМИ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ
З ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ)**

УДК 378.14:656

Никончук В.М.¹,

¹ проф. Національного університету водного господарства і
природокористування

**КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОДОЛАННЯ
СТРУКТУРНИХ ДИСБАЛАНСІВ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ
ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ**

Сучасна транспортна система України перебуває на етапі глибокої трансформації, що зумовлена необхідністю цифрової модернізації, перебудови логістичних ланцюгів та імплементації європейських стандартів. У цьому контексті ключовим орієнтиром розвитку вищої школи є положення Закону України «Про освіту» (2017) та Національної рамки кваліфікацій (НРК). Згідно з цими нормативними актами, кінцевим результатом освітнього процесу є сформовані компетентності — динамічна комбінація знань, умінь та способів мислення, що забезпечують здатність особи до інноваційної професійної діяльності [1; 2]. Однак практична реалізація цих вимог виявляє суттєвий розрив між академічними стандартами та динамічним ринком праці, що призводить до виникнення системних структурних дисбалансів.

Зазначені деструктивні явища у сфері підготовки фахівців транспортного профілю можна класифікувати за декількома векторами. Насамперед це кваліфікаційний розрив, що виражається у невідповідності між пропозицією ЗВО та реальними запитами стейкхолдерів. Ситуація ускладнюється методологічною інертністю та надмірною теоретизацією програм, які не встигають за стрімкою зміною технологій. Крім того, існуючий науково-практичний дисонанс унеможливорює ефективний трансфер результатів фундаментальних досліджень у прикладну площину, що на рівні макроекономіки доповнюється географічною деформацією та браком підприємницької культури серед випускників. Ці виклики підкреслюються в стандартах ESG та рекомендаціях ЄС щодо навчання впродовж життя (Lifelong Learning) [3; 4]. Подолання цих розривів вимагає

залучення гнучких інструментів навчання, апробованих у межах європейської освітньої інтеграції.

Одним із найефективніших інструментів адаптації освіти до запитів індустрії в ЄС є впровадження мікрокваліфікацій (micro-credentials). Це форма короткострокового навчання (обсягом від 3 до 10 кредитів ECTS), що дозволяє оперативнo реагувати на виклики ринку праці через чітко структуровані результати навчання та сертифіковане оцінювання.

Для української транспортної школи імплементація такого підходу є критичною, оскільки вона забезпечує безперервність професійного розвитку (Lifelong Learning) та дозволяє фахівцям швидко опановувати нові цифрові інструменти. Саме така гнучкість стає змістовим фундаментом для міжнародних проєктів, що фокусуються на модернізації фахової підготовки відповідно до глобальних викликів.

Зазначена трансформація змістових акцентів, що реалізується в межах ініціатив проєкту ISDEGO, зумовлює необхідність перегляду структури фахової підготовки. Це вимагає розробки цілісної системи навичок, яка б інтегрувала технічну експертизу з актуальними вимогами цифровізації та екологізації. Синтез цих елементів представлено у формі багаторівневої структури (рис. 1), що поєднує фундаментальні знання з інструментами адаптивності до сучасних викликів галузі.

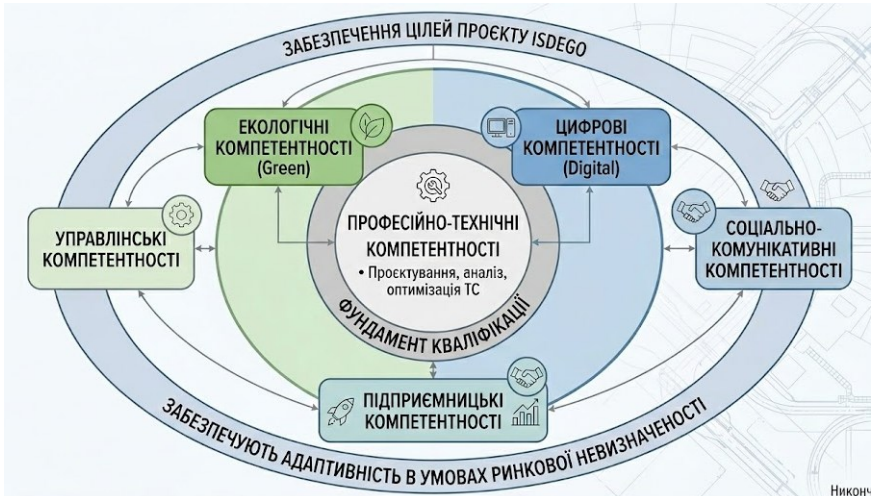


Рисунок 1 – Компетентнісна модель сучасного фахівця транспортної галузі

Для практичної реалізації описаної моделі необхідно задіяти комплексні механізми: розвиток дуальної освіти; впровадження мікрокваліфікацій;

створення інноваційних лабораторій та центрів трансферу технологій; активну співпрацю з роботодавцями; оновлення освітніх програм відповідно до стандартів ESG та принципів навчання впродовж життя.

Таким чином, компетентнісний підхід, підсилений європейським досвідом впровадження мікрокваліфікацій та методологією проєкту ISDEGO, є стратегічним інструментом подолання структурних дисбалансів у транспортній галузі. Він дозволяє змінити парадигму підготовки кадрів від пасивного накопичення знань до формування активної здатності розв'язувати складні завдання сталого розвитку. Це не лише підвищує конкурентоспроможність окремого випускника, а й забезпечує системну стійкість національної економіки перед викликами цифрової трансформації та повоєнного відновлення інфраструктури України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
2. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» від 23.11.2011 № 1341 (із змінами). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-п>.
3. Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG). (2015). https://www.enqa.eu/wp-content/uploads/ESG_2015.pdf.
4. Council Recommendation on a European approach to micro-credentials for lifelong learning and employability (2022). <https://education.ec.europa.eu/education-levels/higher-education/micro-credentials>.
5. Official website of the Erasmus+ ISDEGO Project. <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search>.
6. Sustainable Mobility and Transport (European Commission). https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/sustainable-transport_en.
7. Никончук В. М., Хітров І. О., Пашкевич С. М., Кристопчук М. Є. Теорія та практика розвитку транспортної системи та об'єктів транспортної інфраструктури : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2024. 172 с.

ОСВІТНІ МЕХАНІЗМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ У СФЕРІ РОЗУМНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Досягнення цілей сталого розвитку міст (передусім у частині забезпечення сталої мобільності, підвищення безпеки дорожнього руху та зниження викидів парникових газів) безпосередньо залежить від рівня професійної підготовки фахівців з транспортних технологій [1]. Саме тому особливої актуальності набуває питання розроблення та впровадження освітніх механізмів, спрямованих на інтеграцію принципів сталості, цифровізації та системного управління інфраструктурою у зміст бакалаврських програм.

У цьому контексті вагомим є досвід реалізації міжнародних освітніх ініціатив, зокрема програми Erasmus+ та проекту ISDEGO (Implementation of Sustainable Urban Development Goals in Transport Bachelor Degree), які орієнтовані на модернізацію освітніх програм відповідно до цілей сталого розвитку міст [2]. Їхня методологія передбачає перегляд компетентнісної моделі випускника, оновлення змісту дисциплін, впровадження міждисциплінарних модулів і практико-орієнтованих підходів до формування професійних компетентностей.

Розумний транспорт у сучасному розумінні є інтегрованою соціотехнічною системою, що поєднує фізичну транспортну інфраструктуру, інтелектуальні транспортні системи, цифрові платформи оброблення даних та інструменти підтримки управлінських рішень. Його функціонування спрямоване на досягнення цілей сталого розвитку міст, зокрема у частині забезпечення безпечної, доступної, екологічно збалансованої та економічно ефективної мобільності населення. У цьому контексті розумна транспортна інфраструктура виступає базовим елементом формування конкурентоспроможного та стійкого міського середовища [3].

Структурно розумна транспортна інфраструктура охоплює комплекс технічних, інформаційних та організаційних компонентів. До них належать адаптивні системи керування дорожнім рухом, автоматизовані системи диспетчеризації громадського транспорту, платформи моніторингу транспортних потоків у режимі реального часу, цифрові двійники транспортних мереж, а також інфраструктура електромобільності. Важливою складовою є аналітичні інструменти, що забезпечують прогнозування попиту

на перевезення, оптимізацію маршрутної мережі та підвищення ефективності використання ресурсів. Інтеграція цих компонентів дозволяє переходити від реактивного до проактивного управління транспортними системами [4].

Функціональна реалізація концепції «Розумна мобільність» передбачає оптимізацію транспортних потоків на основі математичного моделювання, впровадження систем пріоритету громадського транспорту, автоматизований контроль безпеки дорожнього руху, управління попитом на перевезення та розвиток мультимодальних транспортно-пересадочних вузлів. Значну роль відіграє концепція «Мобільність як послуга», що інтегрує різні види транспорту в єдину цифрову екосистему з уніфікованими сервісами планування та оплати поїздок. Такий підхід забезпечує підвищення мобільності населення при одночасному зменшенні негативного екологічного впливу.

У площині освітньої трансформації впровадження розумного транспорту потребує модернізації змісту підготовки бакалаврів з транспортних технологій. Формування відповідних компетентностей має ґрунтуватися на розвитку системного мислення, навичок транспортного моделювання, володіння цифровими інструментами аналізу даних (GIS, симуляційні платформи), а також здатності оцінювати ризики та ефективність інфраструктурних рішень. Освітні механізми включають міждисциплінарну інтеграцію, проектно-орієнтоване навчання, залучення реальних кейсів міського розвитку та використання спеціалізованого програмного забезпечення.

Таким чином, напрям розумного транспорту та інфраструктури є стратегічним вектором розвитку як міських транспортних систем, так і освітніх програм. Його впровадження забезпечує синергію технологічних інновацій, управлінських рішень і підготовки фахівців, здатних реалізовувати принципи сталого розвитку в умовах цифрової економіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. What are the Sustainable Development Goals? United Nations Development Programme : веб-сайт. URL: <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>.
2. Project «Implementation of Sustainable Urban Development Goals in Transport Bachelor Degree». Isdego : веб-сайт. URL: <https://www.isdego.eu/>.
3. Хітров І.О. Інтелектуальні транспортні засоби: сучасний стан та виклики автономного руху. Перспективи електричного транспорту: зб. матер. Всеукр. наук.-практ. конф., Харків, 22-24 жовт. 2025 р. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. С. 34-36.
4. Luqi Wang, Xiaolong Xue, Zebin Zhao, Zeyu Wang. The Impacts of Transportation Infrastructure on Sustainable Development: Emerging Trends and

УДК 656.2

Турпак С.М.¹, Харченко Т.В.², Веремеєнко Л.А.²

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ В МІЖНАРОДНІЙ ПРОГРАМІ ISDEGO

На основі матеріалів, які надають викладачі університетів ЄС в рамках міжнародного проекту ISDEGO [1], здобувачі вищої освіти отримують нові знання щодо негативного впливу транспорту (рисунок 1), які ґрунтуються на відкритих даних [2].

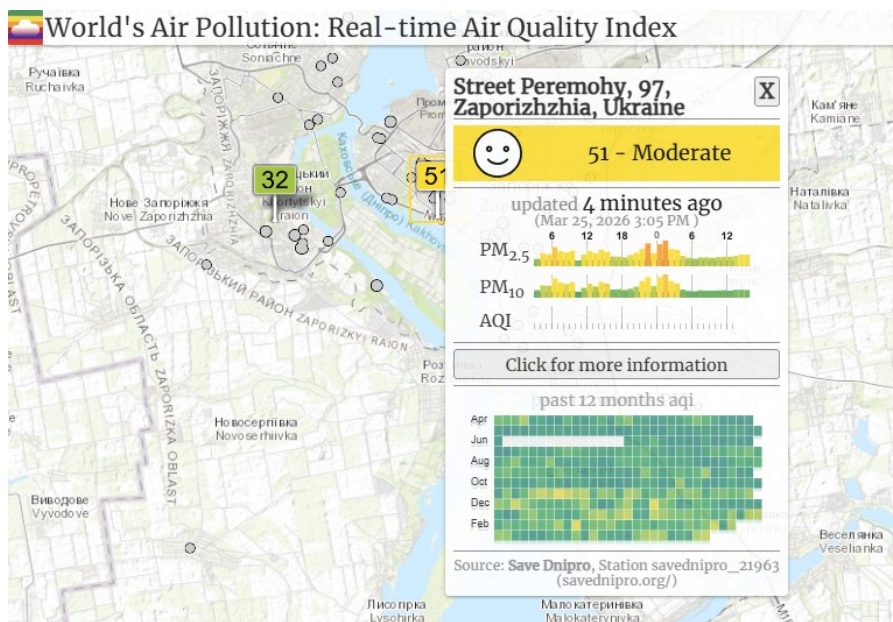


Рисунок 1 – Дані негативного впливу транспорту на атмосферу

Некомерційний проєкт World Air Quality Index надає дані про рівень забруднення повітря в реальному часі по всьому світу, але це є лише частковим відбитком функціонування транспорту.

Надається інформація щодо забруднення паливними та мастильними матеріалами ґрунтів та гідро екосистем, негативний вплив рівня шуму для здоров'я містян.

Студенти знайомляться з методами моніторингу довкілля, індексом якості повітря (AQI) та інтерпретацією даних про концентрацію забруднюючих речовин. Сучасні знання передбачають використання різноманітних онлайн-інструментів, професійного обладнання та програмних засобів для оцінки екологічного стану різних регіонів.

Унікальною є інформація щодо використання сучасного програмного забезпечення (Measurement Partner Suite) для аналізу, архівації та візуалізації показників акустичного забруднення.

Концепції сталого розвитку відповідно до програми ISDEGO інтегруються в навчальні програми підготовки бакалаврів з транспорту, що дозволяє здобувачам вищої освіти виконувати пошук ефективних рішень для мінімізації негативного впливу транспортних систем на міське середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Implementation of Sustainable Urban Development Goals in Transport Bachelor Degree. URL : <https://www.isdego.eu/>
2. World Air Quality Index. URL : <https://waqi.info>
3. The European Green Deal. URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52019DC0640>
4. Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0789>

УДК 656+147

Hulchak Oksana¹, Popov Stanislav¹, Olga Kunytska¹

¹National transport university

HARMONIZATION OF EDUCATION AND THE LABOR MARKET IN THE TRAINING OF BACHELOR'S STUDENTS IN TRANSPORT TECHNOLOGIES: EXPERIENCE OF THE NATIONAL TRANSPORT UNIVERSITY WITHIN THE ISDEGO PROJECT

Modern challenges of urbanization, the growing mobility of the population, the digitalization of transport systems, and the need to ensure environmental

sustainability are shaping new requirements for the training of specialists in the transport sector. Under these conditions, the integration of sustainable development principles into the content of educational programs for the training of future professionals becomes particularly relevant. One of the key international instruments supporting such transformations is the Erasmus+ programme projects, aimed at modernizing higher education systems.

The National Transport University participates in the international project ISDEGO – *Implementation of Sustainable Urban Development Goals in Transport Bachelor Degree* (Project 101179915), implemented within the framework of the Erasmus+ KA2 programme “Capacity Building in Higher Education: Partnerships for the Transformation of Higher Education.” The aim of the project is to integrate the principles of sustainable urban development, in particular Sustainable Development Goal No. 11 (SDG 11), into the curricula for bachelor’s degree programmes in transport technologies. The main focus is placed on the development of new competencies that correspond to the current needs of the labor market and the challenges associated with the development of urban transport systems.

One of the important stages of the project implementation was the organization of a series of thematic workshops and discussions by the participating Ukrainian universities, involving representatives of industry, public authorities, businesses, and civil society organizations. These activities were aimed at fostering an open dialogue between the academic community and stakeholders regarding the modernization of the content of educational programmes. In particular, in April 2025, the National Transport University hosted an online seminar entitled “Harmonization of Education and the Labor Market: New Competencies for Sustainable Urban Development,” during which current requirements for the training of transport sector specialists and opportunities for integrating sustainable development principles into the educational process were discussed.

As part of the preparatory stage of the study, specialists from the National Transport University participated in the analysis of 29 international documents related to the development of education, the labor market, sustainable development, and the digital transformation of the transport sector. The analysis included documents from the European Union, international organizations, and analytical reports reflecting current trends in the development of the transport industry. The results of the study made it possible to identify key directions for the transformation of educational programmes and to formulate the competencies required for training a new generation of professionals.

The analysis has shown that the contemporary development of urban transport systems is characterized by several key trends. First, the principles of sustainable development are becoming the foundation of strategic planning for urban mobility. Second, there is an active digitalization of transport processes,

involving the use of intelligent transport systems, big data, geoinformation technologies, and digital modeling. Third, the role of interdisciplinary approaches is significantly increasing, combining engineering, environmental, social, and managerial aspects of transport planning. In addition, so-called “soft” skills—such as communication, teamwork, critical thinking, and adaptability—are gaining increasing importance

Based on the conducted analysis, the National Transport University proposed a system of key competencies to be developed in the process of training bachelor’s students in the field of Transport Technologies. An important feature of this approach is that each identified competency is supported by specific practical skills and learning outcomes that can be integrated into academic courses and the practical training of students.

In order to уточнить the relevance of the proposed competencies and to obtain feedback from the professional community, representatives of the transport sector and expert organizations were involved in the discussion. The participants of the seminar emphasized the importance of updating educational programmes in accordance with the current challenges of urban mobility development, in particular the need to take into account the principles of environmental sustainability, road safety, inclusiveness, and accessibility of transport infrastructure.

Stakeholders paid particular attention to the need to develop digital competencies among future professionals. In particular, the importance of using geographic information systems, transport modeling, big data analysis, and specialized software for transport flow planning was emphasized. In addition, representatives of the sector highlighted the importance of practice-oriented education, expanding cooperation between universities, enterprises, and local authorities, as well as involving students in real-world projects in the field of urban mobility.

The conducted discussions confirmed that the modern training of specialists in the transport sector should be based on a comprehensive approach that integrates technical knowledge, environmental principles, social aspects, and managerial competencies. Such an approach enables the development of professionals capable of effectively operating within complex urban systems and contributing to the implementation of sustainable development strategies. Thus, the experience of the National Transport University within the implementation of the ISDEGO project demonstrates the importance of active interaction between the university and representatives of the labor market, public authorities, and civil society organizations in the process of modernizing educational programmes. The organization of thematic workshops and expert discussions contributes to the development of relevant content for the training of bachelor’s students, aligned with the current challenges of urban transport system

development.

The integration of sustainable development principles, digital technologies, and interdisciplinary approaches into the training of future transport sector professionals creates the preconditions for the formation of a new generation of specialists capable of developing effective solutions for safe, inclusive, and environmentally sustainable urban mobility.

REFERENCES

1. Hulchak, O., & Popov, S. (2025, March 20–21). Implementation of the discipline "Application of modern intelligent technologies in transport" within the ISDEGO project. In Proceedings of the Sixth All-Ukrainian Scientific and Practical Conference “Transport Technologies and Road Traffic Safety” (Zaporizhzhia Polytechnic National University, Ukraine). Ministry of Education and Science of Ukraine.
2. Danchuk, V., Hulchak, O., Kuniyska, O., & Popov, S. (2025). Sustainable development goals in urban transport. In Proceedings of the Scientific Conference of Professors, Lecturers, Postgraduates, Students, and Staff of the National Transport University (Kyiv, Ukraine). National Transport University.
3. Kuzkin, O. F., Turpak, S. M., & Ostrohliad, O. O. (2025, March 20–21). Intelligent transport systems in educational programs for bachelor’s training in transport within the Erasmus+ ISDEGO project. In Proceedings of the Sixth All-Ukrainian Scientific and Practical Conference “Transport Technologies and Road Traffic Safety” (Zaporizhzhia Polytechnic National University, Ukraine).
4. Ponkratov, D., Burko, D., & Vakulenko, K. (2025, March 20–21). On the issue of making changes to the bachelor’s program in transport technologies in the context of achieving the goals of sustainable development of cities and suburban areas. In Proceedings of the Sixth All-Ukrainian Scientific and Practical Conference “Transport Technologies and Road Traffic Safety” (Zaporizhzhia Polytechnic National University, Ukraine).
5. Khitrov, I. O. (2025, March 20–21). Sustainable development and transport safety in the adaptation of educational programs for bachelor’s students in transport technologies. In Proceedings of the Sixth All-Ukrainian Scientific and Practical Conference “Transport Technologies and Road Traffic Safety” (Zaporizhzhia Polytechnic National University, Ukraine).

СЕКЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 656.212:658.012.32

Маслак Г.В.

к.т.н., доцент ДВНЗ «ПДТУ»

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПРОМИСЛОВИХ СТАНЦІЙ У ДИНАМІЧНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Функціонування промислового залізничного транспорту металургійних підприємств відбувається в умовах підвищеної динаміки виробництва, нерівномірності надходження вагонів та варіативності технологічних режимів роботи основних цехів. Збільшення коливань інтервалів прибуття поїздів, зміна структури вагонопотоків та скорочення нормативів обороту вагонів зумовлюють підвищені вимоги до експлуатаційної роботи промислових станцій.

У практичній діяльності спостерігається ситуація, коли наявна колійна ємність, технічне оснащення та технологія роботи станцій не відповідають фактичним обсягам і режимам переробки вагонопотоку. Це призводить до перевищення нормативних строків перебування вагонів зовнішнього парку, збільшення експлуатаційних витрат і зниження пропускної спроможності суміжних ланок транспортної системи.

Існуючі методи оцінювання переробної спроможності, що застосовуються на магістральному транспорті, базуються переважно на статичних розрахунково-аналітичних моделях, що визначають технічну межу спроможності за нормативними параметрами, а також на методах динамічного балансу, які враховують часову нерівномірність надходження та обробки вагонопотоків. Проте специфіка промислових станцій – виконання комплексних багатоетапних операцій, тісна інтеграція з виробничими процесами та безпосередня залежність від технологічного циклу підприємства – потребує розроблення спеціалізованого методичного підходу, здатного адекватно відображати функціональні взаємозв'язки та динаміку внутрішньої логістичної системи.

Метою дослідження є розроблення інженерно-орієнтованого методу ідентифікації функцій промислових станцій у системі переробки зовнішнього вагонопотоку для подальшого обґрунтування їх раціональної структури та параметрів експлуатаційної роботи.

Об'єктом дослідження є система здвоєних операцій металургійного підприємства, що включає: транспортно-вантажний комплекс вивантаження сировини; транспортний комплекс підготовки порожніх вагонів; транспортно-вантажний комплекс навантаження готової продукції; транспортний комплекс передачі вагонів на зовнішню мережу.

У межах зазначених комплексів функціонують вантажні, районні, технологічні та заводські сортувальні станції. Кожна з них виконує визначений набір операцій, регламентований технологічними процесами їх роботи.

Методика дослідження передбачає декомпозицію технологічного процесу переробки вагонопотоку на окремі функціональні операції з кількісною оцінкою їх тривалості та ресурсного забезпечення (вагоно-години, локомотиво-години, зайнятість колій), аналіз впливу динамічних факторів – нерівномірності надходження вагонів, змінності виробничого циклу та затримок у суміжних ланках системи, а також побудову функціональної моделі станції як сукупності взаємопов'язаних функцій для комплексної оцінки її пропускної та переробної спроможності.

Ключовим інструментом дослідження є функціонально-вартісний аналіз, адаптований до умов експлуатаційної роботи. У даному випадку як «вартісний» показник розглядаються витрати експлуатаційного часу, що безпосередньо впливають на оборот рухомого складу. У ході дослідження встановлено, що ефективність роботи промислової станції визначається не лише її технічним оснащенням, а передусім структурою реалізованих функцій та їх взаємною узгодженістю.

Функціонально- вартісний аналіз пропонується здійснювати за комплексним алгоритмом, що передбачає визначення головної функції станції як забезпечення безперервної та своєчасної переробки зовнішнього вагонопотоку; виділення основних функцій – приймання, сортування, подача до навантажувально-вивантажувальних фронтів, формування составів - та допоміжних функцій – накопичення, технічний контроль, очікування операцій тощо. Для кожної функції здійснюється кількісна оцінка витрат вагоно-годин, після чого будується функціональна модель у вигляді ієрархічної структури, що відображає причинно-наслідкові зв'язки між операціями. На основі моделі формується функціонально-вартісна діаграма, яка дозволяє ідентифікувати операції з надлишковими витратами часу та здійснити аналіз факторів, що призводять до перевищення нормативних параметрів, зокрема недостатньої колійної ємності, нераціональної технології маневрової роботи або недостатньої переробної здатності навантажувально-розвантажувальних фронтів.

Запропонований методичний підхід до оцінювання функціональної структури промислових станцій у динамічних умовах експлуатації дозволяє

перейти від традиційного розгляду станції до аналізу її як функціональної підсистеми виробничо-транспортного комплексу підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козаченко Д. М. Дослідження пропускної та провізної спроможності залізничної інфраструктури гірничо-збагачувального комбінату в умовах збільшення обсягів перевезення сировини/ Д. М. Козаченко, В. В. Малашкін, М. І. Березовий, О. Л. Іскра // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – 2015. – № 1(55). – С. 45-52.

2. Козаченко Д. М. Аналіз ефективності функціонування промислового залізничного транспорту [Текст] / Д. М. Козаченко, В. В. Малашкін, М. І. Березовий // Вісник ДНУЗТ. – 2014. – Вип. 8. – С. 13-19.

3. Маслак Г. В. Логістичний метод ефективної взаємодії потокових процесів у транспортно-вантажних комплексах відвантаження продукції / Г. В. Маслак // Наука і виробництво: Зб. наук. праць. – Маріуполь, 2021. – Вип. № 24. С. 291-298.

4. Маслак Г. В. До питання визначення пропускної спроможності станцій промислових підприємств / Г.В.Маслак// Університетська наука - 2023 : тези доп. Міжнар. науково-техн. конф. (Дніпро, 25-26 травня 2023 р) : в 3 т. Т. 1: факультети: Навчально-науковий інститут сучасних технологій, машинобудування та зварювання, транспортний, інформаційних технологій / ДВНЗ «ПДТУ». – Дніпро: ДВНЗ «ПДТУ», 2023. – С. 140-141.

УДК 656.225:629.1

Запара В.М.¹, Боровець Ю.-Н.І.², Сеник С.Г.³

¹ канд. техн. наук, проф. УкрДУЗТ

² асп. УкрДУЗТ

³ асп. УкрДУЗТ

ВПЛИВ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАКОНОПРОЄКТУ «ПРО БЕЗПЕКУ ТА ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ» НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЦІ

Епопея з прийняттям закону про залізничний транспорт триває в Україні роками і вже пережила не один склад уряду і Верховної Ради. Рік тому в парламенті зареєстрували чергову його редакцію хоч і з іншою назвою. 17 грудня 2025 року Верховна Рада України ухвалила за основу законопроект «Про безпеку та інтероперабельність залізничного транспорту України» (№ 14174), який є важливим забезпеченням виконання

міжнародних зобов'язань України згідно з Угодою про асоціацію, Планом України в межах Ukraine Facility та DPO від світового банку. Наразі підкомітет з питань залізничного транспорту Комітету Верховної Ради з питань транспорту та інфраструктури розглядає 2354 поправки та пропозиції, які надійшли від 50 народних депутатів України.

За чотири роки широкомасштабної агресії АТ «Укрзалізниця» підтвердила, що є критичним елементом національної безпеки. Попри системні атаки на інфраструктуру, АТ «Укрзалізниця» зберегла безперервність руху поїздів та спроможність швидко відновлювати роботу. Строки ухвалення закону «Про безпеку та інтероперабельність залізничного транспорту України» залежать насамперед від готовності парламенту до підтримки законопроекту.

У законопроекті закладено, що він набирає чинності наступного дня після опублікування, але вводиться в дію через три роки, тобто мова йде про перехідний період. Закон набирає чинності одразу після опублікування, щоб запустити підготовчі процеси, але його повноцінне застосування відкладене на три роки через масштаб і складність змін. Одна із задач законопроекту – впорядкувати ролі та функції між державою і підприємством відповідно вимог ЄС. Після початку процесу ліквідації Державної адміністрації залізничного транспорту і трансформації всієї системи в акціонерне товариство, багато державних за своєю природою функцій фактично залишилися на стороні господарюючого суб'єкта — АТ «Укрзалізниця». Це створило значні правові прогалини й невизначеності. Класичний приклад — відсутність на рівні закону навіть такого базового інструменту, як державний реєстр вагонів.

Одна з основних ідей закону - це надання суб'єктам господарювання всіх публічних послуг за принципом єдиного вікна. Усі процедури йтимуть через центральний орган виконавчої влади, який здійснюватиме реалізацію державної політики в сфері залізничного транспорту. Кінцеве рішення щодо того, як саме буде сформований цей орган, за урядом. Закон цього не визначає.

Слід звернути увагу на проблеми, які виникли після початку повномасштабного вторгнення – вихід з низки міжнародних угод понесли за собою втрату чинності певних правил і процедур. Усе це сформувало правові колізії, зокрема щодо строків експлуатації рухомого складу, які також має зняти цей закон. Трирічний перехідний період є усвідомленим і обґрунтованим рішенням. Закон передбачає імплементацію понад 30 підзаконних нормативних актів, передачу багатьох функцій до інституцій, формування реєстрів, набір та навчання персоналу.

Після введення цього закону в дію найбільше відчує практичні зміни бізнес у вантажних перевезеннях залізницею. Мова йде про прозорі та

зрозумілі правила доступу до інфраструктури і рухомого складу, зокрема для операторів вагонів. Ключова зміна полягає в тому, що функція допуску здійснюватиметься державою, а не учасником ринку, що знімає конфлікт інтересів і робить процес недискримінаційним.

Питання безпеки для АТ «Укрзалізниця» є безумовним пріоритетом. Для ворога вся залізнична інфраструктура вже сьогодні є пріоритетною ціллю. Йдеться про захист пасажирів, персоналу, рухомого складу та критичної інфраструктури в умовах триваючої війни. Тут має бути реалізований комплексний підхід, який поєднає інженерний захист і елементи активної безпеки. Водночас залізнична галузь усвідомлює головне обмеження — дефіцит ресурсів, насамперед фінансування, якого наразі критично не вистачає.

Важливими є системні зміни в галузі, і насамперед імплементація закону «Про безпеку та інтероперабельність залізничного транспорту України». Йдеться про запуск державних функцій, підготовку та ухвалення підзаконних актів, формування інституційної спроможності регулятора і створення зрозумілих правил, сумісних з європейською моделлю залізничного ринку. Це фундамент, без якого неможлива подальша інтеграція з ЄС. Усі процедури в законопроекті про інтероперабельність врегульовані вже з врахуванням майбутнього конкурентного ринку. Тут уже не йде мова про одну залізничну компанію в Україні. Усе розписано окремо для оператора, перевізника та інших суб'єктів ринку. Він діятиме ще з єдиною АТ «Укрзалізниця», але вже готовий до розділення.

УДК 656.212.656.2.073:004.9

Ломотько Д.В.¹, Кудряшов Д.В.².

¹ д.т.н., проф. Український державний університет залізничного транспорту

² асп. Український державний університет залізничного транспорту

ІНТЕГРАЦІЯ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ ПІДПРИЄМСТВ У ЦИФРОВУ ЕКОСИСТЕМУ ВАНТАЖНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

В умовах обмеженої спроможності логістичної інфраструктури забезпечувати технологічну єдність залізничних станцій та під'їзних колій та при необхідності підвищення оборотності рухомого складу особливої уваги набуває ефективність взаємодії станцій примикання і підприємств. Саме на цьому рівні формуються непродуктивні затримки, що впливають на стабільність перевізного процесу, тому інтеграція під'їзної інфраструктури у єдину цифрову екосистему управління є актуальним завданням.

Під'їзні колії забезпечують подачу, забирання і маневрову обробку вагонів та виступають технологічною ланкою між підприємством і магістральною мережею. В Україні інформаційний супровід перевізного процесу здійснюється, зокрема, через Єдину автоматизовану систему керування вантажними перевезеннями (АСК ВП УЗ-Є), однак її функціонал орієнтований переважно на облік і фіксацію виконаних операцій магістрального транспорту. Дані щодо роботи під'їзних колій не повною мірою використовуються для оперативного прогнозування та диспетчерської координації обсягів навантаження та вивантаження, що знижує точність планування і сприяє утворенню простоїв.

Світова практика доводить ефективність єдиного цифрового середовища, у якому дані ідентифікації, місцезнаходження рухомого складу та технічного контролю його стану інтегруються до єдиної системи планування. Це забезпечує перехід до прогнозного управління та більш раціонального використання ресурсів.

Для українських умов пріоритетним є об'єднання даних про події технологічного циклу під'їзної колії та станції примикання з подальшим використанням їх у диспетчерському управлінні. Такий підхід дозволить зменшити простої вагонів, підвищити точність планування і покращити показники ефективності перевезень без значних капітальних витрат.

Цифрова інтеграція під'їзних колій є необхідною умовою підвищення результативності вантажних залізничних перевезень та переходу до більш узгодженого логістичного управління перевізним процесом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дикань В. Л., Кузнецов В. Є., Скрипінський О. Л. Технологічні тренди розвитку підприємств залізничного транспорту в умовах цифровізації. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2023. № 84. С. 128–138. URL: <https://doi.org/10.18664/btic.84.301424> (дата звернення: 01.03.2026).

2. Ломотько Д. В. Удосконалення інформаційної взаємодії залізничних під'їзних колій шляхом впровадження логістичних технологій / Д. В. Ломотько, А. Т. Вовків // Комп'ютерні технології і мехатроніка : збірник наукових праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф. (30 трав. 2019 р.). – 2019. – С. 73–77.

3. Ломотько Д. В. Дослідження використання інформаційних технологій на залізниці / Д. В. Ломотько, Д. А. Назаренко // Сучасні дослідження: транспортна інфраструктура та інноваційні технології : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти, викладачів та науковців, 29-30 листопада 2023 р. Частина 2. – Київ, 2023. – С. 189-191.

4. Parasii-Verhunencko, I., & Arbuzova, A. (2025). Strategic analysis of the impact of Ukrzaliznytsia's innovation activity on transportation efficiency in the

УДК 656.2:656.073:629.423

Кудряшова Н.С.¹

¹АТ «Укрзалізниця»

ОБНОВЛЕННЯ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ ЯК ФАКТОР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

Функціонування залізничного транспорту має ключове значення для стабільності національної транспортної системи та логістичного забезпечення економіки. Значна частина вантажопотоків, зокрема масових вантажів, транспортується залізницею, що визначає її важливу роль у підтримці промислового виробництва та експортного потенціалу держави. Водночас у 2025 році зафіксовано зниження обсягів вантажних перевезень. За даними Укрзалізниці, у 2025 році перевезено близько 161 млн. т вантажів, що приблизно на 8 % менше порівняно з 2024 роком [1].

Однією з причин зниження ефективності перевізного процесу є значний дефіцит локомотивної тяги [2] та високий рівень зношеності тягового рухомого складу. Середній вік локомотивного парку становить близько 46 років, а рівень фізичного зносу перевищує 96 %. Такий стан локомотивів ускладнює забезпечення необхідних обсягів перевезень, підвищує ризики виникнення дефіциту локомотивної тяги та призводить до збільшення витрат на технічне обслуговування і ремонт. За відсутності оновлення тягового рухомого складу можливе подальше скорочення пропускної спроможності залізничної системи та втрати частини вантажопотоків.

Вирішення зазначеної проблеми пов'язане з модернізацією локомотивного парку та впровадженням сучасних технологічних рішень у сфері тягового рухомого складу. У цьому контексті важливим кроком є укладення угоди між Укрзалізниця та Alstom щодо постачання 55 сучасних вантажних електровозів. Нові локомотиви на базі платформи Traxx Hauler матимуть потужність 9000 кВт, зможуть розвивати швидкість до 120 км/год та формувати поїзди більшої маси [3]. Їх використання дозволить скоротити кількість змін тяги на окремих маршрутах, підвищити продуктивність перевезень та зменшити експлуатаційні витрати.

Запровадження нових електровозів дає змогу замінити частину застарілих локомотивів, підвищити рівень технічної готовності рухомого складу та покращити ефективність використання локомотивної тяги.

Застосування тягового рухомого складу підвищеної потужності та енергоефективності створює умови для формування поїздів більшої маси та забезпечення стабільності вантажних перевезень на основних напрямках транспортування продукції.

Оновлення локомотивного парку розглядається як один із важливих напрямів розвитку транспортної системи, що сприяє підвищенню ефективності перевізного процесу, зміцненню логістичної стійкості та підтриманню необхідних обсягів вантажних перевезень залізничним транспортом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вантажні перевезення "Укрзалізниці" знизилися на 8% у 2025 році. *Центр транспортних стратегій*.

URL: https://cfts.org.ua/news/2026/01/28/vantazhni_perevezennya_uk_rzaliznitsi_znizilisya_na_8_u_2025_rotsi_85700 (дата звернення: 02.03.2026).

2. Копилов М. Олександр Заруба: Найбільша проблема в перевезеннях зерна – відсутність відповідального планування. *railinsider.com.ua*. URL: <https://www.railinsider.com.ua/oleksandr-zaruba-najbilsha-problema-v-perevezennyah-zerna-vidsutnist-vidpovidalnogo-planuvannya/> (дата звернення: 03.03.2026).

3. Угода з Alstom на 55 локомотивів, профінансована міжнародними партнерами, дозволить УЗ модернізувати вкрай застарілий парк та втримати обсяги вантажних перевезень. *Головна | Міністерство розвитку громад та територій України*. URL: <https://mindev.gov.ua/news/uhoda-z-alstom-na-55-lokomotyviv-profinansovana-mizhnarodnymy-partneramy-dozvolyt-uz-modernizuvaty-vkrai-zastariliy-park-ta-vtrymaty-obsiahy-vantazhnykh-perevezen> (дата звернення: 02.03.2026).

ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПІД ЧАС ДІЇ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

Забезпечення інформаційної безпеки у сфері автомобільних вантажних перевезень під час воєнного стану є критичним аспектом національної безпеки та стійкості економіки. В умовах гібридної агресії інформаційні системи логістики стають пріоритетними цілями для кібератак, спрямованих на дезорганізацію постачання та витік стратегічних даних.

В умовах повномасштабної збройної агресії логістична система України трансформувалася в критичну артерію, що забезпечує як гуманітарні, так і військові потреби. Інформаційна безпека у цій сфері перестала бути суто технічним питанням і перейшла у площину національної безпеки. Згідно з дослідженнями, основними загрозами є кібершпигунство за маршрутами та деструктивні атаки на цифрові платформи управління [1, 2]. На рисунку 1 наведені основні специфічні загрози.



Рисунок 1 – Основні специфічні загрози для інформаційної безпеки вантажних автомобільних перевезень

На основі системних загроз можна виділити основні об'єкти, які потребують захисту, та основні вразливості сучасного транспортного підприємства, яке інтегровано в глобальну мережу передачі даних (див. рис. 2)



Рисунок 2 – Основні об'єкти, які потребують захисту

Для забезпечення стійкості перевезень необхідно впроваджувати багаторівневу модель захисту, що базується на принципах Zero Trust (нульової довіри) й частково представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні елементи багаторівневої моделі захисту для забезпеченні інформаційної безпеки вантажних автомобільних перевезень

Компонент захисту	Заходи та інструменти
Технічний захист	Використання VPN з шифруванням за стандартом AES-256, впровадження двофакторної автентифікації (2FA) для доступу до баз даних
Криптографія	Хешування логістичних даних та використання ЕЦП для верифікації товарно-транспортних накладних (е-ТТН)
Моніторинг	Впровадження SIEM-систем для аналізу аномальної активності в мережі компанії в режимі реального часу
Резервування	Створення «холодних» та «гарячих» бекапів критичних даних на серверах, географічно віддалених від зони бойових дій

Аналіз ринку міжнародних перевезень показує, що попри війну, цифровізація галузі лише прискорилося, що вимагає негайного посилення протоколів захисту даних на державному рівні [3].

Інформаційна безпека автомобільних перевезень у воєнний час трансформується з обслуговуючої функції на стратегічну. Пріоритетом стає не лише захист від крадіжки даних, а забезпечення безперервності бізнес-процесів в умовах постійного кібертиску. Інтеграція сучасних засобів

кіберзахисту, навчання персоналу правилам цифрової гігієни та перехід на захищені системи е-ТТН є необхідними кроками для збереження логістичного потенціалу країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Galuzinska O., Slobodianuk A. Development of military logistics in the conditions of martial law. *VNTU Conference (2025)*. [Електронний ресурс]. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/paper/view/24920/20605> (дата звернення: 11.03.2026).

Moroz V. Features of Information Security in Martial Law / V. Moroz . // Legal Bulletin «Air and Space Law» / National Aviation University.- К., 2021. - №2 (59). - С.94-101. [Електронний ресурс]. URL: <https://er.kai.edu.ua/items/d0d60093-06fa-4bc3-9435-750a86905d79> (дата звернення: 11.03.2026).

Dmytriv D., Dmytriv O., Repak O. Analysis of the international road freight transport market in Ukraine under martial law. *Socio-Economic Problems and the State* 29(2), 48-60 p. (2023). DOI:10.33108/sepd2023.02.048.

УДК 656.2:656.025:656.08

Хара М.В.¹, Журавель Б.О.², Аріх І.В.³

¹ доц. ДВНЗ «ПДТУ»

² студ. гр. ПТ-24 ДВНЗ «ПДТУ»

³ студ. гр. ПТ-24 ДВНЗ «ПДТУ»

РОЗВИТОК НОВИХ ПІДХОДІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ВІЙСКОВИХ ДІЙ

Військові дії суттєво впливають на функціонування транспортної системи держави, особливо на залізничний транспорт, який є ключовим елементом логістичної інфраструктури. У період повномасштабної війни залізниця України стала основним видом транспорту для перевезення населення, військових підрозділів, гуманітарних вантажів і продукції стратегічного значення. У таких умовах організація перевізного процесу зазнала значних змін, а питання відновлення та підтримки інфраструктури набуло критичної важливості для економічної стабільності та обороноздатності держави [1].

Однією з головних проблем стало руйнування або пошкодження об'єктів залізничної інфраструктури: колій, мостів, станцій, тягових підстанцій, систем сигналізації та зв'язку. За даними міжнародних організацій, вже станом на 2024 рік було пошкоджено щонайменше 126

залізничних станцій та понад 500 км залізничних колій. Такі пошкодження призводили до тимчасового припинення руху поїздів або обмеження пропускної здатності окремих ділянок. У зв'язку з цим виникла необхідність оперативного перепланування маршрутів руху, підвищення ролі резервних напрямків та більш ефективного використання наявних технічних ресурсів транспортної системи [2].

У таких умовах організація перевізного процесу потребує значної адаптації. Залізничні підприємства змушені оперативно коригувати графіки руху поїздів, змінювати напрямки перевезень та використовувати альтернативні маршрути. Значна увага приділяється забезпеченню безпеки перевезень, оперативному інформуванню про потенційні загрози та координації дій із військовими й державними органами управління. Крім того, пріоритет у перевезеннях часто надається військовим і гуманітарним вантажам, що впливає на структуру та обсяги комерційних перевезень.

Водночас військові дії стимулювали розвиток нових підходів до організації перевезень. Зокрема, було посилено роль міжнародних транспортних коридорів, особливо у напрямку країн Європейського Союзу. Це сприяло збільшенню обсягів перевезень через прикордонні переходи, розвитку перевантажувальних терміналів та модернізації інфраструктури на західному напрямку [3]. Такі процеси передбачають модернізацію прикордонної інфраструктури, розвиток міжнародних транспортних коридорів та поступову інтеграцію української залізничної системи до європейської транспортної мережі.

Війна також змінила роль залізничного транспорту в економіці країни. У перші місяці вторгнення залізниця фактично стала основним транспортним коридором, оскільки авіаційне сполучення було повністю припинено, а частина автомобільних шляхів опинилася у зоні бойових дій. Залізничний транспорт забезпечував евакуацію мільйонів людей із небезпечних регіонів, доставку гуманітарної допомоги та перевезення критично важливих вантажів для функціонування економіки [4].

Після завершення активної фази бойових дій одним із пріоритетних завдань стане комплексне відновлення та модернізація залізничної інфраструктури. Це передбачає реконструкцію пошкоджених об'єктів, впровадження сучасних технологій управління рухом поїздів, підвищення рівня безпеки перевезень та інтеграцію української залізничної системи з європейською транспортною мережею. Важливим напрямом стане також оновлення рухомого складу та впровадження енергоефективних технологій на залізничному транспорті. Крім того, перспективним є розвиток логістичних центрів і транспортних хабів, що сприятиме підвищенню пропускної здатності залізничної мережі та ефективності перевізного процесу.

Таким чином, військові дії суттєво трансформували підходи до організації перевізного процесу на залізничному транспорті України. В умовах кризових викликів залізнична система виконала критично важливі функції забезпечення мобільності населення, транспортування гуманітарних та стратегічних вантажів, а також підтримки безперервності економічних процесів. Разом із тим значні руйнування інфраструктури актуалізували необхідність оперативного відновлення транспортної мережі та впровадження сучасних технологій управління перевезеннями. Подальший розвиток залізничного транспорту має бути спрямований на модернізацію інфраструктури, підвищення ефективності логістичних процесів, розвиток міжнародних транспортних коридорів та інтеграцію транспортної системи України до європейського транспортного простору. Реалізація цих заходів сприятиме підвищенню стійкості транспортної системи та забезпечить її ефективне функціонування у процесі післявоєнного відновлення економіки країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хара, М. В. Логістика міжнародних вантажних перевезень в умовах воєнного стану в Україні [Електронний ресурс] / М. В. Хара, А. В. Сарахман // Сучасні виклики та рішення в логістиці та ланцюгах постачання: зб. доповідей І-ої Всеукраїнської науково-практичної онлайн конф. (Київ, 10 травня 2023 р.): НАУ. – Київ, 2023. – С. 120–123. – Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/1bB1hBZjxgu-yWxa6kB_MclieYXuJfG0F/view
 2. Гуменюк М. М., Козак В. В. Розвиток транспортно-логістичної системи України в умовах воєнного стану // Економіка та держава. 2023. № 6. С. 92–96.
 3. Кирпа Г. М., Альошин Г. М. Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту України в сучасних умовах // Залізничний транспорт України. 2022. № 4. С. 12–17.
- Ніколаєнко, І. В. Пасажирські перевезення в умовах повоєнного відновлення України [Електронний ресурс] / І. В. Ніколаєнко, М. В. Хара // Тран-спортні технології та безпека дорожнього руху : зб. доповідей П'ятої все-української науково-практичної конф. (Запоріжжя, 12–13 березня 2024 р.) / НУ «Запорізька політехніка». – Запоріжжя, 2024. – С. 37–39. – Режим доступу: <https://drive.google.com/drive/folders/1PoNikezJP8NW2jdfh8wm3OKK6yKLGlgz?usp=sharing>

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТА ПРОГНОЗНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Залізничний транспорт є одним із ключових елементів формування сталої та енергоефективної транспортної системи. У сучасних умовах розвитку цифрових технологій відбувається активна трансформація традиційних підходів до управління транспортною інфраструктурою, зокрема у сфері технічного обслуговування та діагностики її елементів. Одним із перспективних напрямів цієї трансформації є використання технологій штучного інтелекту (ШІ) для забезпечення підвищення надійності, безпеки та ефективності функціонування залізничного транспорту [1].

Сучасні системи технічного обслуговування залізничної інфраструктури здебільшого базуються на планово-попереджувальному або реактивному підході. Проте такі підходи не завжди забезпечують своєчасне виявлення дефектів та ефективне використання ресурсів. У зв'язку з цим все більшого значення набуває впровадження систем прогнозного технічного обслуговування (predictive maintenance), які базуються на використанні алгоритмів машинного навчання та аналізі великих масивів даних [2].

Алгоритми штучного інтелекту дозволяють здійснювати автоматизований аналіз інформації, отриманої з різноманітних джерел: датчиків моніторингу технічного стану інфраструктури, систем контролю геометрії колії, вібродіагностики та систем візуального контролю. На основі цих даних застосовуються методи машинного навчання, які дозволяють класифікувати дефекти, прогнозувати їх розвиток та оцінювати технічний стан об'єктів інфраструктури [3].

Важливим напрямом розвитку інтелектуальних систем діагностики є поєднання технологій штучного інтелекту з сучасними методами просторового сканування. Зокрема, використання технологій 3D-сканування дозволяє формувати високоточні цифрові моделі елементів інфраструктури та рухомого складу. Отримані тривимірні дані можуть використовуватися для виявлення геометричних відхилень, деформацій та інших дефектів, які складно або неможливо зафіксувати традиційними методами контролю [4].

Поєднання технологій штучного інтелекту та цифрового сканування створює передумови для формування інтелектуальних систем діагностики нового покоління. Такі системи дозволяють виконувати обробку значних

обсягів інформації, виявляти аномалії у стані інфраструктури та формувати прогнози щодо розвитку дефектів. Це сприяє підвищенню рівня безпеки та ефективності функціонування залізничного транспорту [5].

У світовій практиці впровадження технологій штучного інтелекту у сфері залізничного транспорту розглядається як важливий інструмент реалізації концепції цифрової трансформації галузі. В умовах розвитку інтелектуальних транспортних систем використання ШІ сприяє підвищенню ефективності управління інфраструктурою, забезпеченню інтероперабельності транспортних мереж та підвищенню рівня експлуатаційної безпеки.

Таким чином, застосування технологій штучного інтелекту у поєднанні з сучасними методами цифрового сканування відкриває нові можливості для розвитку систем моніторингу та діагностики залізничної інфраструктури, що є важливим фактором підвищення ефективності та конкурентоспроможності залізничного транспорту.

Проведений аналіз свідчить, що використання технологій штучного інтелекту є одним із ключових напрямів цифрової трансформації залізничного транспорту. Застосування алгоритмів машинного навчання та методів аналізу великих даних дозволяє суттєво підвищити ефективність систем технічного обслуговування та діагностики інфраструктури.

Інтеграція технологій штучного інтелекту з сучасними методами 3D-сканування забезпечує можливість створення інтелектуальних систем моніторингу технічного стану об'єктів залізничної інфраструктури. Такі системи дозволяють здійснювати раннє виявлення дефектів, прогнозувати їх розвиток та переходити від реактивного до прогнозного технічного обслуговування.

Подальший розвиток зазначених технологій сприятиме підвищенню рівня безпеки перевезень, зменшенню експлуатаційних витрат, оптимізації використання ресурсів та забезпеченню сталого розвитку залізничного транспорту в умовах цифровізації транспортної галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. International Union of Railways (UIC). Artificial Intelligence in Railways: Opportunities and Challenges. Paris: UIC, 2023. URL: <https://uic.org>
2. European Union Agency for Railways. Digitalisation and Artificial Intelligence in Rail Transport. Valenciennes, 2023. URL: <https://www.era.europa.eu>
3. Zhang Y., Chen L., Roberts C. Machine learning applications in railway infrastructure monitoring. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2022. Vol. 138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103683>

4. Фомін О. В., Хара М. В., Мельник О. М., Черкашин О. П., Вавриків Є. Ю. Інтеграція 3D-сканування та штучного інтелекту в системи діагностики ходової частини залізничного рухомого складу. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2025. № 4 (502). С. 80–88. DOI: [https://doi.org/10.15589/znп2025.4\(502\).9](https://doi.org/10.15589/znп2025.4(502).9)

5. European Commission. Sustainable and Smart Mobility Strategy – Putting European Transport on Track for the Future. Brussels, 2020. URL: <https://transport.ec.europa.eu>

УДК 656.225:629.1

Запара Я.В.¹, Боровець Р.І.², Камінський Б.В.³

¹ канд. техн. наук, доцент УкрДУЗТ

² асп. УкрДУЗТ

³ асп. УкрДУЗТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО РОЗПОДІЛУ БАЗ ДАНИХ НА ПЕРЕДАВАЛЬНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЯХ

У сучасних умовах глобалізації та інтенсивної цифровізації транспортно-логістичних процесів особливої актуальності набуває питання забезпечення ефективності, прозорості та надійності митного контролю на передавальних залізничних станціях. Залізничний транспорт, який є одним із ключових елементів зовнішньоекономічної інфраструктури України, функціонує в умовах зростання обсягів міжнародних перевезень і водночас стикається з низкою проблем, зокрема затримками під час митного оформлення, наявністю корупційних ризиків та недостатнім рівнем інтеграції з міжнародними інформаційними системами. У зв'язку з цим актуальним напрямом удосконалення митних процедур на передавальних станціях є впровадження сучасних цифрових технологій, зокрема систем на основі децентралізованого розподілу баз даних.

Технології децентралізованого розподілу баз даних забезпечують створення розподіленого реєстру інформації, що характеризується незмінністю записів, високим рівнем прозорості та доступністю даних для всіх учасників процесу в режимі реального часу. Використання такого підходу створює передумови для підвищення ефективності митного контролю на залізничному транспорті, скорочення тривалості процедур та підвищення достовірності інформаційного обміну між усіма зацікавленими сторонами.

У дослідженні застосовано модель оцінювання ефективності використання технологій децентралізованого розподілу баз даних у процесі

митного контролю на передавальних залізничних станціях. Запропонована модель дозволяє здійснити кількісну оцінку впливу цифрових інновацій на економічні та логістичні показники функціонування транспортної системи. При цьому враховуються такі параметри, як тривалість проведення митного контролю, витрати на оформлення митних та транспортних документів, рівень затримок у процесі перевезення, обсяг документообігу та інші важливі характеристики, що визначають ефективність проведення митних процедур.

Використання технологій децентралізованого розподілу баз даних у системі митного контролю залізничних перевезень сприяє підвищенню прозорості, ефективності та безпеки обробки інформації щодо переміщення вантажів. Особливої значущості це набуває в умовах зростання обсягів міжнародних перевезень та необхідності мінімізації часу проходження митних процедур.

Для кількісного аналізу ефективності впровадження технологій децентралізованого розподілу баз даних у систему митного контролю залізничного транспорту України запропоновано спеціалізовану модель оцінювання. Основною метою цієї моделі є мінімізація сукупних витрат, пов'язаних із здійсненням митного контролю, шляхом скорочення часу простою вагонів та оптимізації адміністративних процедур завдяки використанню цифрових технологій.

Отримані результати дослідження свідчать про значне скорочення часу митного оформлення на кожному з етапів після впровадження технологій децентралізованого розподілу баз даних. Зокрема:

- тривалість оформлення документації скоротилася з 8 до 2 годин;
- час проведення огляду з 10 до 4 годин;
- безпосереднє митне оформлення з 6 до 3 годин;
- видача вантажу з 12 до 5 годин.

Скорочення тривалості ключових процедур, таких як оформлення документів та проведення огляду, дозволило значно прискорити загальний процес митного контролю та зменшити затримки під час здійснення залізничних вантажних перевезень, підвищити ефективність використання рухомого складу та перевантажувальних потужностей.

Таким чином, результати проведеного дослідження підтверджують практичну ефективність впровадження технологій децентралізованого розподілу баз даних у систему митного контролю залізничного транспорту. Використання такого підходу дозволяє скоротити час митного оформлення у два-три рази, підвищити прозорість операцій, зменшити адміністративні витрати та мінімізувати ризик помилок у документації. Крім того, застосування децентралізованих інформаційних систем сприяє підвищенню рівня довіри між усіма учасниками логістичного процесу, включаючи митні органи, експедиторів та логістичних операторів.

Отже, інтеграція технологій децентралізованого розподілу баз даних у митні процедури виступає перспективним кроком у напрямі модернізації сучасних логістичних процесів. Використання інноваційних цифрових рішень дає змогу підвищити прозорість, надійність та швидкість обробки інформації під час митного контролю. Завдяки цьому забезпечується більш ефективна взаємодія між різними учасниками транспортно-логістичного процесу, зокрема митними органами, перевізниками, операторами інфраструктури та іншими зацікавленими сторонами.

УДК 656.02

Бурко Д.Л.¹, Вакуленко П.Є.²

¹ канд. техн. наук, доц. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

² асп. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ М'ЯСНОЇ ПРОДУКЦІЇ В ХОЛОДОВИХ ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАЇ

Сучасні міські транспортні системи забезпечують рух матеріальних потоків з необхідним рівнем ефективності з урахуванням технологічних особливостей перевезень. Одну з провідних ролей у цьому процесі виконує автомобільний транспорт. Особлива увага при цьому приділяється швидкопсувним продуктам харчування (зокрема, м'ясу), для яких критично важливим є збереження жорсткого діапазону температур (0...+2 С°). У разі відхилення температур така продукція швидко втрачає свої споживчі властивості [1]. Це суворо регламентується європейськими нормами щодо обігу та перевезення [2-4]. Оптимізація доставки в холодових ланцюгах є актуальним завданням для зниження витрат та забезпечення сталості логістичних систем міст.

Концептуальна основа дослідження базується на порівнянні двох підходів до маршрутизації. Класичний підхід мінімізує транспортну роботу за рахунок раціонального використання вантажності та вивантаження максимально можливої кількості вантажу в пунктах заведення. Натомість запропонований альтернативний підхід враховує фізичні властивості охолодженого м'яса: пріоритетне вивантаження дрібних партій дозволяє довше зберігати основну масу продукції у вантажному відсіку без постійного включення компресора рефрижератора. Важливою умовою при цьому є значення транспортної роботи, що знаходиться в межах 5-10% від оптимальної. Це може сприяти економії палива на охолодження м'ясної продукції та повністю узгоджується з цілями сталого розвитку (SDG 11, SDG 12) [5].

Експериментальні дослідження перевезень проводилися на розвізних маршрутах у м. Хмельницький, що складаються з 17 пунктів роздрібної мережі з використанням автомобілів MAN TGL 12.180 (номінальна вантажність 5500 кг.) та Hyundai EX10 (6130 кг.). Автомобілі відрізняються типом охолоджувального обладнання: MAN має автономний рефрижератор із власним дизельним двигуном, тоді як Hyundai EX10 оснащений рефрижератором від приводу основного двигуна, ефективність якого відчутно падає під час роботи на холостих обертах у міських заторах. На основі даних GPS-хронометражу (швидкість, координати, температура) визначений вид регресійних рівнянь, що описують зміну транспортних витрат для зазначених марок транспортних засобів з прийнятим рівнем надійності 95%. Регресійні рівняння мають прийнятні похибки апроксимації на рівні 4,46 % для MAN TGL 12.180 та 5,98 % для Hyundai EX10.

В регресійні рівняння включенні чинники часу руху, часу перебування транспортного засобу на маршруті, рівня завантаження рефрижераторного відсіку, температури в рефрижераторі. Встановлено, що відношення часу руху до загального часу на маршруті збільшує транспортні витрати, як і рівень завантаження вантажного автомобіля. Натомість в регресійних рівняннях різноспрямований вплив має чинник температури в рефрижераторі, оскільки установки змушені працювати як на охолодження, так і на нагрів залежно від умов зовнішнього середовища. Оскільки оптимізація доставки м'ясної продукції безпосередньо пов'язана зі споживанням дизельного палива, додатково змодельовано витрати пального для MAN TGL 12.180 та Hyundai EX10 (похибки відповідно 5,48% та 9,48%). Встановлено, що суттєвий вплив на зростання витрат палива має час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт: під час відкривання дверей, при певних умовах, змінюється температура в рефрижераторному відсіку, і рефрижератор вимушений працювати на підвищеній потужності для відновлення заданої температури. Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні ряду вантажності транспортних засобів, визначенні граничних фізичних властивостей м'ясної продукції для застосування альтернативного підходу розвезення м'ясної продукції та оцінці впливу погодно-кліматичних умов на технологічні показники перевезень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. European Commission. (n.d.). Labelling and nutrition. European Commission – Food Safety.
2. Directive (EU) 2019/633 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 on unfair trading practices in business-to-business relationships in the agricultural and food supply chain. (2019). Official Journal of the European Union, L 111, 59–72.

3. Regulation (EU) No. 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers. (2011). Official Journal of the European Union.

4. United Nations Economic Commission for Europe. (2016). Agreement on the International Carriage of Perishable Foodstuffs (ATP).

5. United Nations. (n.d.). Sustainable Development Goals. United Nations.

УДК 656.223.2.001.18

Рибальченко Л.І.¹

¹ доц. УкрДУЗТ

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЦІ

У сучасних умовах трансформації транспортної галузі та зростання обсягів міжнародної торгівлі особливого значення набуває підвищення ефективності вантажних перевезень. Залізничний транспорт, завдяки своїм техніко-економічним характеристикам, зберігає провідні позиції у перевезенні масових вантажів на значні відстані. Водночас розвиток логістичних систем, конкуренція з боку автомобільного транспорту та необхідність інтеграції у європейський транспортний простір зумовлюють потребу у впровадженні сучасних технологічних рішень.

Дослідження останніх років свідчать, що ключовим напрямом підвищення ефективності є цифрова трансформація залізничної галузі, яка включає автоматизацію процесів, використання інтелектуальних систем та інтеграцію інформаційних технологій у всі етапи перевізного процесу [1]. У цьому контексті особливої актуальності набуває аналіз технологічних аспектів, здатних забезпечити підвищення продуктивності та якості транспортних послуг.

Ефективність функціонування системи вантажних залізничних перевезень визначається взаємодією технічних, організаційних і інформаційних складових. Серед основних чинників, що стримують розвиток галузі, варто відзначити значні часові витрати на обробку вантажів, нерівномірність використання рухомого складу, а також недостатній рівень автоматизації процесів управління. Традиційні підходи до організації перевезень уже не забезпечують необхідного рівня гнучкості та оперативності, що вимагає переходу до нових технологічних моделей.

Одним із базових напрямів модернізації є цифровізація. Вона передбачає впровадження сучасних інформаційних систем, що забезпечують автоматизований обмін даними між усіма учасниками перевізного процесу.

Застосування електронного документообігу, систем ідентифікації вантажів та інтегрованих платформ управління дозволяє суттєво скоротити час виконання операцій і підвищити прозорість логістичних процесів [2]. У практичному вимірі це означає зменшення затримок, оптимізацію використання ресурсів і покращення якості обслуговування клієнтів.

Важливу роль у підвищенні ефективності відіграє використання інтелектуальних систем діагностики та технічного обслуговування. Сучасні підходи базуються на аналізі даних, отриманих із сенсорних пристроїв, встановлених на рухомому складі та інфраструктурі. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє своєчасно виявляти потенційні несправності та прогнозувати їх розвиток, що значно знижує ризик аварійних ситуацій і зменшує витрати на ремонт [3]. Упровадження концепції прогнозного обслуговування дає змогу перейти від реактивної моделі ремонту до профілактичної, що є більш ефективною з економічної точки зору [4].

Подальший розвиток технологій пов'язаний із застосуванням цифрових двійників, які являють собою віртуальні моделі реальних об'єктів або процесів. Такі моделі дозволяють здійснювати моделювання різних сценаріїв експлуатації, оцінювати їх ефективність і приймати обґрунтовані управлінські рішення. Використання цифрових двійників сприяє підвищенню точності планування, оптимізації ресурсів та зменшенню експлуатаційних витрат [5].

Значний потенціал для підвищення ефективності мають технології автоматизації процесів формування поїздів. Зокрема, впровадження цифрового автоматичного зчеплення забезпечує скорочення часу виконання маневрових операцій, підвищення безпеки праці та можливість передачі даних між вагонами в режимі реального часу. Це створює передумови для формування повністю автоматизованих вантажних поїздів і інтеграції їх у цифрові транспортні системи [6; 7].

Не менш важливим є вдосконалення систем управління рухом поїздів. Використання сучасних алгоритмів оптимізації дозволяє підвищити ефективність використання інфраструктури, зменшити затримки та забезпечити стабільність перевізного процесу навіть у складних умовах. Інтелектуальні системи управління здатні оперативно реагувати на зміни в роботі мережі, що підвищує її надійність і стійкість [8].

Розвиток телекомунікаційних технологій, зокрема впровадження мереж нового покоління, створює основу для функціонування інтелектуальних транспортних систем. Високошвидкісний обмін даними дозволяє реалізувати концепцію «розумної залізниці», у межах якої всі елементи транспортної системи взаємодіють у єдиному інформаційному просторі. Це забезпечує

підвищення ефективності управління, безпеки перевезень та якості транспортних послуг.

Крім того, важливим аспектом є вдосконалення конструкції рухомого складу. Використання сучасних матеріалів і технологій виробництва дозволяє зменшити масу вагонів, підвищити їхню довговічність та енергоефективність. Це сприяє зниженню витрат на перевезення та підвищенню конкурентоспроможності залізничного транспорту [9].

Узагальнюючи викладене, можна стверджувати, що комплексне впровадження сучасних технологій дозволяє досягти значного підвищення ефективності вантажних перевезень. Зокрема, це проявляється у скороченні часу доставки, зменшенні витрат, підвищенні рівня безпеки та якості обслуговування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Čamaj J., Nedeliaková E., Šipuš D. Digitisation of rail transport: The application that delivers faster and more efficient services // *Transport technic and technology*. 2023.
2. Sarp S., Kuzlu M., Jovanovic V., Polat Z., Guler O. Digitalization of railway transportation through AI-powered services: digital twin trains // *European Transport Research Review*, 2024.
3. Li J. та ін. An edge AI system based on FPGA platform for railway fault detection // *arXiv*. 2024.
4. Stern M. та ін. Optimizing predictive maintenance: enhanced AI and backend integration // *arXiv*. 2025.
5. Zhang Z.-Y., Shang D., Su S. Digital twin in railway industry: a bibliometric analysis and systematic review // *Cleaner Logistics and Supply Chain*. 2025.
6. Ptok W. та ін. Quantifying the impacts of digital automatic coupling on rail freight in Europe // *Transportation Research Part B*. 2025.
7. Takács Á. Digital automatic coupling in rail freight transport. 2023.
8. Bafandkar S. та ін. Digitalizing railway operations: train rescheduling model // *arXiv*. 2024.
9. Sresakoolchai J., Kaewunruen S. Railway infrastructure maintenance efficiency improvement using deep reinforcement learning integrated with digital twin // *Scientific Reports*, 2023.

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ЗАХИСТУ ЗАЛІЗНИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ЗАГРОЗ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Залізничні вузли в умовах військових дій є не лише логістичними об'єктами, а й джерелами розвідувальної інформації про переміщення вантажів стратегічного призначення. Досвід АТ «Укрзалізниця» у 2022-2025 рр. свідчить, що противник систематично використовує щонайменше чотири незалежні канали збору даних для ідентифікації та ураження залізничних об'єктів і рухомого складу. Відсутність системного підходу до нейтралізації цих каналів формує критичну вразливість транспортної системи.

Системність підходу полягає у формуванні чотирикомпонентної матриці загроз «тип розвідки — канал — об'єкт вразливості — спосіб нейтралізації» для залізничної інфраструктури в умовах активного військових дій. Подібна систематизація у вітчизняній транспортній науці раніше не проводилась.

Аналіз роботи залізничних вузлів та дозволив виявити чотири типи загроз з різними каналами та об'єктами вразливості.

Технічна розвідка (SIGINT/Cyber) реалізується через злам централізованих інформаційних систем (АСК ВП УЗ-С, SAP) та перехоплення незашифрованих радіопереговорів. Об'єктом вразливості є цифровий слід вагону: його номер, тип вантажу, маршрут, графіки руху. Запропонована контрзахід — це «цифрове маскування», тобто заміна реальних даних на фіктивні у загальних мережах із паралельним переведенням критичного трафіку на автономні IoT-канали.

Космічна та авіаційна розвідка (IMINT) використовує супутники оптичного та радіолокаційного спостереження (SAR) і розвідувальні безпілотні літальні апарати. Вразливістю для залізниці є тривале перебування складів на відкритих коліях. Нейтралізація подібних загроз передбачає модернізацію інфраструктури: будівництво критич «шлюзів» та ангарів-екранів, мінімізацію часу простою.

Агентурна розвідка (HUMINT) здійснюється через візуальне спостереження інформаторами поблизу станції. Накопичення техніки на виставочних коліях та перевантаження на відкритих рампях є місцем потенційного ураження, тому запропоновано технологію «динамічного вікна», яка полягає у використанні тупиків з обмеженим кутом огляду.

Аналітична розвідка (OSINT) базується на аналізі таких непрямих ознак, як зміни інтенсивності руху й перекриття доріг біля переїздів.

Вразливим місцем є регулярність і циклічність технологічних операцій на станціях. Контрзаходом може стати рандомізація графіків руху та обробки рухомого складу за спеціальним алгоритмом зміни часу та черговості подавань, що унеможливило б виявлення шаблонів.

У якості комплексного вимірника можливих загроз може стати інтегральний індекс розвідувальної вразливості залізничних об'єктів, який би динамічно відображав індекси цифрової вразливості, просторової відкритості, агентурного ризику та шаблонності операцій будь-якого залізничного об'єкта з визначеним часовим горизонтом розрахунку.

Таким чином, запропонована матриця є основою для розробки комплексної системи захисту залізничних вузлів від можливих атак. Практичне впровадження чотирьох запропонованих заходів дозволяє суттєво знизити ризик ідентифікації та ураження стратегічних вантажів на всіх етапах їх транспортування. Перспективою подальших досліджень є розробка алгоритму рандомізації графіків та оцінка економічних витрат на модернізацію інфраструктури укриття.

УДК 656.225:629.1

Запара Я.В.¹, Панченко В.К.²

¹ канд. техн. наук, доц. УкрДУЗТ

² асп. УкрДУЗТ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВІЗНИКІВ

Мультиmodalні перевезення відіграють вирішальну роль у сучасних транспортно-логістичних системах, оскільки вони включають різні види транспорту для ефективного перевезення вантажів. Це особливо характерно для спеціальних категорій вантажів, зокрема небезпечних та швидкопсувних товарів. Бездротові сенсорні мережі можуть бути ефективним інструментом для впровадження стандартів мультиmodalних перевезень, таких як стандарти IATA CEIV, які охоплюють доставку живих тварин, свіжих продуктів та фармацевтичної продукції повітряним транспортом.

Необхідність використання спеціалізованих засобів зв'язку зумовлена потребою постійного моніторингу безпеки таких вантажів протягом усього маршруту мультиmodalного перевезення. Це може бути пов'язано з необхідністю постійного інтерактивного контролю температури, тиску, герметичності, незворотності тощо або з поєднанням зазначених вимог.

Бездротові сенсорні мережі з кожним роком стають дедалі більш незамінними супутниками мультиmodalного транспорту. Типологія

кластерних дерев, як особливість розвитку, є одним із найбільш прогресивних рішень, що потребує детальнішого дослідження. Мультимодальні перевезення характеризуються необхідністю забезпечення синхронізації видів транспорту за часовими параметрами, вантажними одиницями, а також процесами організації консолідації та складських операцій.

Треба зазначити, що кластеризація є одним із найефективніших інструментів оптимізації управління сенсорними мережами [1], а запропонований метод нерівномірної кластеризації довів свою оптимальність. Окрім кластеризації, ефективність таких мереж залежить і від оптимізації процесу маршрутизації, що підтверджується результатами досліджень Krishna та ін. [2], у яких доведено доцільність використання ієрархічної ланцюгової маршрутизації. Використання бездротових сенсорних мереж, зокрема для моніторингу стану інфраструктурних об'єктів, стало реальністю. Прикладом такого рішення є комбінована нечітко-метаевристична структура для оцінювання стійкості мостів, ефективність якої доведено Fanian та ін. у роботі [3].

В якості методологічної основи для дослідження застосування кластерних дерев щодо бездротових сенсорних мереж, використовувались методи експертних оцінок, математичні методи, а також агломеративні, дивізивні методи, методи побудови оптимальних дерев і методи визначення відстаней між кластерами. Загалом слід наголосити на необхідності комплексного підходу до розв'язання проблеми впровадження бездротової сенсорної мережі для мультимодальних перевізників, яка має бути синхронізована з аналогічними системами інших учасників процесу доставки.

На основі проведеного дослідження та розв'язання питань, пов'язаних із використанням бездротових сенсорних мереж в організації мультимодальних перевезень, було вирішено такі завдання:

- проведено критичний аналіз попередніх наукових досліджень, присвячених функціонуванню бездротових сенсорних мереж;
- здійснено аналіз ефективності деревоподібної топології мереж на основі результатів попередніх наукових робіт [1, 2];
- розроблено класифікаційну основу використання бездротових сенсорних мереж за характеристиками в організації мультимодальних перевезень;
- створено систему впровадження бездротової сенсорної мережі, побудованої за топологією кластерних дерев, для мультимодальних перевізників;
- виконано порівняльний аналіз ефективності топологій бездротових сенсорних мереж для мультимодальних перевізників.

Отже, оцінювання, виконане на основі порівняльного аналізу ефективності топологій бездротових сенсорних мереж для мультимодальних перевізників, дало змогу обґрунтовано стверджувати, що топологія кластерних дерев є найбільш оптимальною. Її інтегральна оцінка ефективності становить 0,9025, що на 0,04 перевищує показник другої за ефективністю кільцевої топології.

Таким чином, було запропоновано концептуальну класифікаційну схему використання бездротових сенсорних мереж за характеристиками в організації мультимодальних перевезень, запропоновано систему впровадження бездротової сенсорної мережі, спроектованої за топологією кластерних дерев для мультимодальних перевізників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Y. K. Sharma, G. Ahmed, D. K. Saini, Uneven clustering in wireless sensor networks: Computers and Electrical Engineering 120 (Part C), 109844 (2024).
2. V. R. Krishna, V. Sukanya, M. A. Hameed, Optimizing Wireless Sensor Network longevity with hierarchical chain-based routing and vertical network partitioning techniques. Measurement: Sensors 36, 101390 (2024).
3. F. Fanian, M. K. Rafsanjani, M. Shokouhifar, Combined fuzzy-metaheuristic framework for bridge health monitoring using UAV-enabled rechargeable wireless sensor networks. Applied Soft Computing 167 (Part C), 112429 (2024).

УДК 656.212

Шелехань Г.І.¹, Шаповал Г.В.²

¹ доц. УкрДУЗТ

² доц. УкрДУЗТ

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВІЙСЬКОВИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЦЕЮ

Технологічні та організаційні аспекти перевезень військових вантажів визначаються специфікою їх номенклатури, підвищеними вимогами до безпеки та секретності, а також впливом сучасних загроз — диверсій, ракетних ударів і кібератак. Важливим фактором є також необхідність інтеграції національної транспортної системи з міжнародною інфраструктурою, що ускладнює логістичні процеси.

Традиційні методи маскування на залізничному транспорті, зокрема використання брезентів і маскувальних сіток, сьогодні є малоефективними.

Сучасні засоби технічної розвідки, включаючи тепловізори та радіолокаційні супутники, здатні ідентифікувати техніку навіть за умов фізичного приховування. Використання критичних вагонів (рефрижераторів, вагонів-термосів) частково вирішує проблему, однак обмежується габаритами і не дозволяє транспортувати великогабаритну техніку.

Суттєвим викликом є транспортування сучасної важкої бронетехніки західного зразка, маса якої сягає 55-75 тонн. Це вимагає застосування спеціалізованих платформ із підвищеною вантажопідйомністю, а також ретельної перевірки інфраструктури, зокрема мостів і колій, на відповідність допустимим навантаженням. Для перевезення техніки з нестандартними габаритами використовуються низькопідлогові платформи, що дозволяють дотримуватись обмежень за висотою.

Особлива увага приділяється питанням кріплення вантажів. Використовуються посилені системи фіксації, упорні башмаки та розтяжки, які повинні забезпечувати стійкість техніки з урахуванням динамічних навантажень під час руху та маневрових операцій. Недотримання цих вимог може призвести до зміщення центру ваги та аварійних ситуацій.

Однією з ключових проблем залишається різниця ширини колії між Україною та країнами Європи. Найбільш поширеним рішенням є перевантаження техніки на прикордонних станціях або використання контейнерних перевезень, що дозволяє реалізувати принцип «від дверей до дверей» та скоротити час простою на кордоні.

У сучасних умовах значно зростає роль інформаційної безпеки. Маскування перевезень включає формування змішаних поїздів, проведення операцій у нічний час, використання режиму світломаскування та дезінформаційних заходів. Проте навіть такі підходи частково втрачають ефективність через розвиток супутникової розвідки та безпілотних систем спостереження.

Суттєві ризики пов'язані з використанням автоматизованих систем управління перевезеннями. Незважаючи на наявність спеціальних кодів для приховування інформації, цифрові сліди (маршрути, частота перевезень, інтервали обміну даними) можуть бути проаналізовані противником у разі кіберпроникнення. Це створює додаткові загрози ідентифікації військових ешелонів.

Таким чином, існуючі підходи до маскування переважно базуються на застарілих методах фізичного приховування та адміністративних обмеженнях і не відповідають сучасним викликам. Перспективним напрямом є впровадження нових рішень, зокрема підземної організації вантажних робіт та створення інформаційної невизначеності, коли доступні противнику дані не відповідають реальному стану логістичних процесів.

Таким чином, ефективне забезпечення перевезень військових вантажів потребує комплексної модернізації технологій, адаптації до сучасних габаритно-вагових параметрів техніки та впровадження інноваційних підходів до фізичної й інформаційної безпеки.

УДК 656.073

Васильєва Л.О.¹, Острогляд О.О.², Кубіч Я.С.³

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ ст. гр. Т-815м НУ «Запорізька політехніка»

НОВИЙ МИТНИЙ КОДЕКС – ШЛЯХ ДО ЄВРОПЕЙСЬКОГО МИТНОГО ПРОСТОРУ

Гармонізація митного законодавства України з європейським митним законодавством є одним із найважливіших етапів на шляху до членства в Європейському Союзі. Українська митниця наразі проходить масштабну трансформацію в умовах війни для майбутнього приєднання до ЄС [1].

Розробка нового Митного кодексу України, що ґрунтується на стандартах ЄС, розпочалася у березні 2024 року і виконувалась у декілька етапів експертними групами, до яких увійшли представники Митної служби, Міністерства фінансів та програми ЄС, направленої на модернізацію управління фінансами в Україні [2]. Координацію роботи здійснювала організаційно-технічна команда (рис. 1).

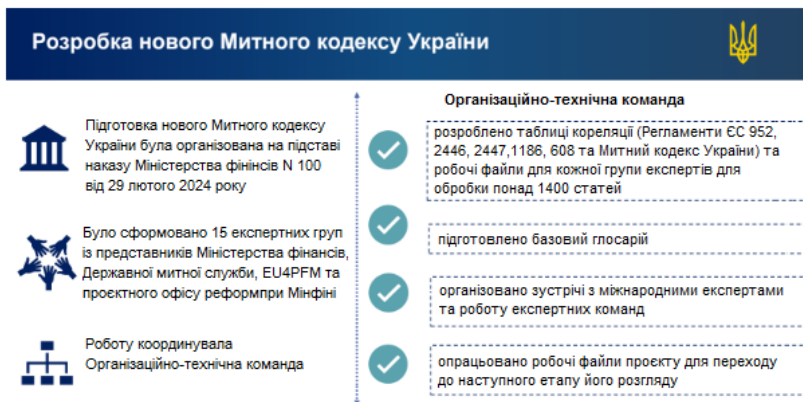


Рисунок 1 – Етапи розробки нового Митного кодексу

Впровадження європейських норм у митну систему України відбувається системно протягом тривалого часу. На сьогодні Україна досягла 91% імплементації митних зобов'язань за Угодою про асоціацію з ЄС.

А підготовку нового Митного кодексу було розпочато на підставі наказу Міністерства фінансів України у 2024 році. Для набуття членства в Європейському Союзі Україна повинна мати єдину, синхронізовану з ЄС систему декларування, процедуру проведення митного контролю та стислі терміни опрацювання митних декларацій. Адже в ЄС переважна їх кількість оформлюється протягом 5 хвилин, тоді як в Україні цей процес може тривати кілька днів [3]. Тому новий Митний кодекс направлений на покращення бізнес-клімату в Україні, спрощення роботи учасників зовнішньоекономічної діяльності та боротьби з тіньовою економікою. Прийняття нового Митного кодексу дозволить більш широко впроваджувати цифровізацію, а національні виробники при оформленні митних декларацій на кордоні отримають такі ж самі права, як і європейські компанії.

Українські компанії зможуть оптимізувати транспортно-логістичні ланцюги, завдяки однаковим підходам до застосування митних процедур.

Новий Митний кодекс – це не копіювання європейських регламентів, а запровадження норм Кодексу Митного Союзу UCC (Union Customs Code) до законодавства України [1].

Новий Митний кодекс містить 832 статті та понад 500 сторінок тексту і складається з XVII розділів (рис. 2).

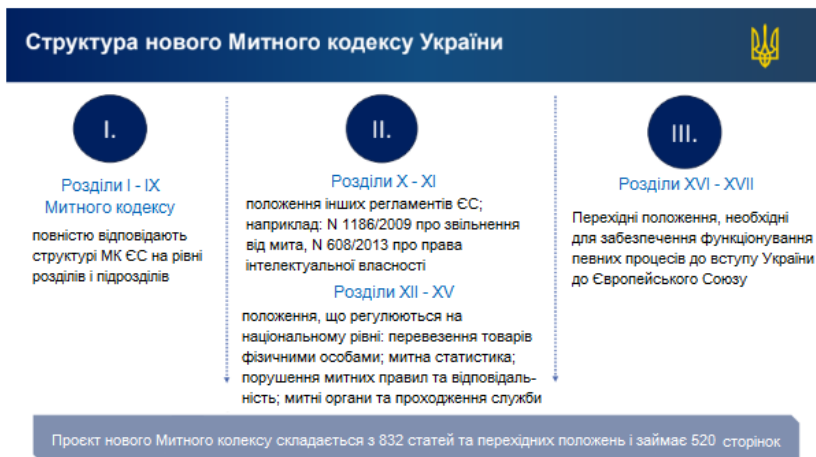


Рисунок 2 – Структура нового Митного кодексу України

Створений Митний кодекс відповідає структурі МК Європейського Союзу, положенням регламентів ЄС в митній сфері та містить перехідні положення, які необхідні для забезпечення функціонування певних процесів до вступу України до Європейського Союзу.

Планується, що протягом 2026 року проєкт має пройти обговорення в українському суспільстві і буде розглянутий Верховною Радою; на 2027 рік заплановане ухвалення Кодексу та розпочнеться поступове набрання чинності певних положень. Організаційно-технічна команда з розробки очікує, що новий Митний кодекс України повноцінно запрацює у 2028 році.

Новий Митний кодекс України, розроблений на основі Митного кодексу ЄС, створює законодавчу основу для розвитку митних IT-систем, які Україна повинна буде впровадити на момент вступу до Європейського Союзу [4], та подальшої інтеграції до європейського митного простору. Його впровадження забезпечить спрощення митних процедур шляхом розвитку електронного декларування та застосування інституту авторизованих економічних операторів, що сприятиме зниженню витрат на митні операції та прискоренню їх виконання. Це, своєю чергою, стимулюватиме експортно-імпорتنу діяльність та оптимізацію транспортно-логістичних процесів. Водночас імплементація нових правил вимагатиме адаптації бізнесу та підготовки фахівців до роботи в нових умовах. Загалом прийняття нового Митного кодексу забезпечить функціонування українських підприємств за європейськими нормами та сприятиме наближенню України до Європейського Союзу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інститут аналітики та адвокації. Трансформація митної системи в умовах євроінтеграції : веб-сайт. URL: <https://iaa.org.ua/articles/transformacziya-mytnoyi-sistemy-v-umovah-yevrointegracziyi>
2. Logist.fm. Митне законодавство України знову змінюють : веб-сайт. URL: <https://logist.fm/publications/mitne-zakonodavstvo-ukrayini-znovu-zmynyuyut>
3. Офіційний сайт Верховної Ради України. Новини комітетів. Запровадження нового Митного кодексу України – одна з умов євроінтеграції. URL: https://www.rada.gov.ua/news/news_kom/265541.html
4. Державна митна служба. Офіційний сайт. Новини. URL: <https://customs.gov.ua/en/news/novini-20/>

ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ РИЗИКІВ НА РОЗВИТОК МІЖНАРОДНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Міжнародні залізничні системи є ключовим елементом забезпечення зовнішньоекономічних зв'язків, розвитку міжнародної торгівлі та інтеграції країн у глобальний транспортний простір. Їх ефективність безпосередньо впливає на конкурентоспроможність національної економіки в умовах глобалізації, що робить розвиток і модернізацію цих систем стратегічно важливими завданнями.

У наукових дослідженнях ризик у міжнародних перевезеннях розглядається як економічна категорія, пов'язана з невизначеністю та ймовірністю негативних наслідків у процесі транспортних операцій. Так, М.Ю. Григорак визначає ризик як імовірність збитків або недоотримання прибутку порівняно з прогнозованими результатами через порушення нормального перебігу перевезень [1], тоді як В.В. Вітлінський підкреслює суб'єктивне сприйняття економічними суб'єктами можливих загроз та втрат, а також нереалізованих можливостей [2]. Узагальнюючи ці підходи, ризик у міжнародних перевезеннях можна визначити як ймовірність відхилення фактичних результатів від запланованих під впливом чинників невизначеності, що може спричинити фінансові або інші негативні наслідки.

Особливу увагу слід приділити зовнішнім ризикам, які істотно впливають на ефективність і розвиток залізничних систем. До них належать геополітичні (воєнні конфлікти, закриття кордонів, санкції), економічні (інфляція, коливання тарифів, зменшення обсягів перевезень), інституційні (зміни митних процедур, регуляторні бар'єри), інфраструктурні (руйнування шляхів, різна ширина колії, перевантаженість переходів) та технологічні (відставання цифровізації, кіберризики) фактори. Вони можуть призводити до зниження пропускної спроможності маршрутів, порушення логістичних ланцюгів, збільшення часу доставки вантажів, зростання експлуатаційних витрат та зменшення інвестиційної привабливості системи.

З огляду на зазначені наслідки впливу зовнішніх ризиків, очевидно є потреба у формуванні комплексного механізму їх управління, спрямованого на забезпечення стабільності та конкурентоспроможності міжнародних залізничних систем. Важливо, щоб така система управління була орієнтована не лише на реагування на вже реалізовані загрози, а й на проактивне передбачення можливих кризових ситуацій та формування гнучкої моделі розвитку, здатної адаптуватися до змін зовнішнього середовища.

У цьому контексті особливого значення набувають модернізація інфраструктури та впровадження цифрових технологій, які підвищують прозорість перевізного процесу, забезпечують оперативний моніторинг і більш точне управління ресурсами. Досвід європейських державних залізничних компаній свідчить, що використання систем цифрового управління рухом і контролю перевезень сприяє підвищенню прогнозованості функціонування мережі, зменшенню операційних ризиків та більш ефективному використанню інфраструктурних потужностей. Зокрема, у країнах ЄС активно впроваджується Європейська система управління залізничним рухом — European Rail Traffic Management System, яка забезпечує стандартизацію сигналізації, підвищує безпеку руху та покращує координацію міжнародних перевезень.

Отже, міжнародні залізничні транспортні системи функціонують у складному та динамічному середовищі, де зовнішні ризики виступають вагомим чинником їх розвитку. Геополітичні, економічні, інституційні, інфраструктурні та технологічні виклики здатні суттєво впливати на ефективність перевезень, фінансові результати та інвестиційну привабливість галузі.

У таких умовах забезпечення стабільності та конкурентоспроможності міжнародних залізничних систем можливе лише за умови системного управління ризиками, що поєднує стратегічне планування, інфраструктурну модернізацію та цифрову трансформацію. Комплексний підхід до ідентифікації, оцінювання та мінімізації зовнішніх ризиків створює передумови для підвищення стійкості транспортних систем і їхнього сталого розвитку в довгостроковій перспективі.

[1] Транспортна логістика та ризик-менеджмент : навч. посіб. / О.М. Загурський, Д.В. Попович, К.В. Петренко. Київ : ЦУЛ, 2021. 425 с.

[2] Вітлінський В.В., Великоіваненко Г.І. Ризикологія в економіці та підприємстві: монографія. Київ: КНЕУ, 2004. 480 с.

УДК 656.18

Тарасенко О. В.¹, Обертінська В. О.², Фукалова О. О.³

¹старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

²студ. гр. Т-314 НУ «Запорізька політехніка»

³студ. гр. Т-324 НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ РИНКУ СЕРВІСІВ ПРОКАТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ САМОКАТІВ

В умовах інтенсивного урбаністичного розвитку та зростання проблем транспортного забезпечення мешканців великих міст стає особливо актуальним питання розвитку міської мікромобільності. Електричні самокати стали символом нової міської мобільності, вони перетворилися на зручну альтернативу громадському транспорту та особистому автомобілю. Мікромобільні транспортні засоби надають мешканцям міст швидкий, доступний і екологічний спосіб пересування, водночас створюючи нові виклики для міської інфраструктури. Вони сприяють зменшенню заторів, покращують екологічну ситуацію та інтегруються у концепцію «розумного міста».

Використовуючи узагальнені дані членів Micro-mobility for Europe (MMfE), у 2022 році було здійснено понад 240 мільйонів поїздок на спільних електричних самокатах у 515 містах Європи [1].

Ринок електричних самокатів у світі зростає, проте його розвиток залежить від регулювання, інфраструктури та прийняття суспільством. Європа демонструє стабільне зростання, тоді як США і Китай розвиваються з різною швидкістю. Україна робить перші кроки у формуванні законодавчої бази та інфраструктури. Іде етап злиття мікромобільних транспортних засобів та традиційного міського транспорту. Аналіз розвитку ринку сервісів прокату електричних самокатів показує, що ринок мікромобільності поступово переходить від етапу експериментів до етапу зрілості та стабільного функціонування.

На прикладі України можна помітити, що процеси консолідації (домінування одного оператора - Bolt) та державне регулювання призвели до зменшення кількості самокатів, але підвищили якість сервісу, безпеку та контроль за рухом. Водночас Франція демонструє іншу модель - суворе

державне втручання, яке обмежило кількість операторів, проте забезпечило чіткі правила експлуатації, контроль технічного стану та дисципліну користувачів.

Порівняння цих двох країн свідчить, що успішний розвиток ринку мікромобільності залежить не лише від технологій, а й від узгодженості дії міської влади, операторів і користувачів.

ММfЕ вважає, що стандарт EN17128, з його поточним змістом, може слугувати основою для регулювання електричних самокатів у Європі, встановлюючи адекватні технічні вимоги до безпеки та структурної цілісності електросамокатів.

Основне обмеження, яке спостерігається на сьогодні, полягає не у змісті стандарту, а в його застосовності в Європі, яка суттєво відрізняється між державами-членами. Оскільки EN17128 не пов'язаний з конкретним європейським законодавством, держави-члени могли відхилитися від стандарту та запроваджувати власні рамки на національному рівні, як це відбувається, серед інших, у Нідерландах, Іспанії, Німеччині та Ірландії.

Регіональна відмінність створила значні операційні труднощі для операторів мікромобільності, яким доводиться орієнтуватися в різноманітних національних правилах щодо класифікації транспортних засобів, вимог до обладнання, процедур виходу на ринок та застосовних правил дорожнього руху. Така фрагментація ринку також створила велику невизначеність для користувачів правил дорожнього руху та використання доріг, що застосовуються до різних видів мікромобільності в регіоні, що зрештою перешкоджає звичному впровадженню більш сталої мобільності [1].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технічні вимоги до електричних самокатів. URL: <https://micromobilityforeurope.eu/technical-requirements-for-e-scooters/>

УДК 656.073:004.8

Ломотько Д.В.¹, Беляєв Я.А.²

¹ проф. УкрДУЗТ

² асп. УкрДУЗТ

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ НАВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМІВ ПРЕДИКТИВНОЇ АНАЛІТИКИ

Однією з найбільших складових вартості аграрної продукції є логістика [1]. В нинішніх складних умовах перевезень і роботи припортових елеваторів

традиційні методи планування все частіше показують свою неефективність. Постає питання впровадження інтелектуальних систем прогнозування логістичних процесів. Ключовим елементом запропонованого підходу є створення системи, що об'єднує різномірні джерела даних. Для забезпечення якості вхідних даних на етапі Data Cleaning пропонується використовувати метод інтелектуальної імпутації пропущених даних на основі алгоритму k-найближчих сусідів (k-NN). Проблема несумісності форматів даних вирішується шляхом нормалізації даних та приведення їх до єдиного часового базису через ETL-процеси. В основу інтелектуальної системи покладено ансамблеві методи машинного навчання. Найбільш перспективним в умовах нерівномірного підходу вагонів є використання алгоритму XGBoost. На відміну від Random Forest, він ефективніше працює з табличними логістичними даними та дозволяє мінімізувати помилку прогнозування часу прибуття до 5-8%. Предиктивна аналітика дозволяє, спираючись на дані про попередні перевезення, погодні умови, стан рухомого складу та інші показники, створювати моделі, що допоможуть оптимізувати процеси перевезень у майбутньому [2]. Процес навантаження зернових вантажів – це складна система [3], де цільовою функцією вважається зменшення часу обороту вагона. Цільова функція зменшення часу обороту вагона формулюється наступним чином:

$$T_{обр.} = \Sigma(t_{приб.} + t_{очік.} + t_{навант.}) \rightarrow \min, (1)$$

де $T_{обр.}$ – загальний час логістичного циклу обробки вагона, год; $t_{приб.}$

– час операції по прибуттю підходу рухомого складу, год; $t_{очік.}$ – час очікування готовності рухомого складу та навантажувальних пристроїв, год; $t_{навант.}$ – чистий час виконання вантажних операцій. При цьому накладаються ключові технологічні обмеження: відповідність обсягу партії потужності елеватора та наявність необхідного рухомого складу на фронтах навантаження. Для оптимізації цих процесів пропонується алгоритм на основі градієнтного бустингу, що аналізує наступні параметри:

Прогноз прибуття: визначення часу підходу вагонів до станції навантаження;

Якість вантажу: визначення вологості, засміченості та інших параметрів зерна, що впливають на час його навантаження;

Стан обладнання: прогноз відмов пристроїв навантаження зернових вантажів.

Предиктивна модель, на відміну від статичної, дозволяє в режимі реального часу перерозподіляти чергу вагонів. Наприклад, якщо система прогнозує затримку судна в порту, пріоритет навантаження відповідної партії

зерна знижується, звільняючи потужності для більш термінового відправлення. У ході дослідження було розроблено прогностичну модель на основі LSTM (Long Short-Term Memory). Такий клас моделей є найбільш ефективним для зернової логістики, оскільки дозволяє враховувати часові залежності та «пам'ятати» попередні затримки. Моделювання показало, що завдяки синхронізації елеваторів, залізниці та портів вдалося скоротити час простою рухомого складу на 12%, що насамперед призведе до зменшення собівартості перевезень та збільшення ефективності використання рухомого складу та технічних засобів при перевезенні зернових вантажів. Також система виключає людський фактор при прийнятті оперативних рішень диспетчерським апаратом. Висновки. Впровадження методів інтелектуального аналізу є критично важливим для цифровізації транспортних систем України. Моделі з предиктивною аналітикою показують значний економічний ефект, що забезпечить зменшення логістичних витрат на 4,5-6,0 грн/т вантажу за рахунок зменшення простоїв рухомого складу, а також збільшення пропускної спроможності існуючих зернових логістичних ланцюгів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лук'янова О. М. Транспортний комплекс України: виклики воєнного часу та перспективи розвитку //Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2024. – №. 85. – С. 42-50.
2. Целлер В., Крамський С. Вплив мультимодальних перевезень та інновацій на логістичне бізнес-середовище у вимірі турбулентності //Сталий розвиток економіки. – 2025. – №. 2 (53). – С. 632-638.
3. Арсененко Д. В., Ломотко Д. В., Ковальова О. В. Розроблення оптимальної технології перевезення зернових вантажів з урахуванням сучасних тенденцій галузі //Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – 2024. – №. 208. – С. 215-222.

УДК 658.788

Бойко С.М.¹, Котов О.Б.², Іщенко С.О.²

¹ канд.техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ РОБІТ ПО ДОСТАВЦІ ЗАМОВЛЕНЬ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БПЛА

У сучасній світовій практиці транспорт і логістика визначені як галузі, де економічний ефект від цифрової трансформації є найбільш відчутним, оскільки вони інтегровані в усі ланки сучасної економіки [1].

Цифровізація транспортних процесів передбачає глибоке впровадження безпілотних та мобільних технологій, що докорінно змінює підходи до логістики замовлень. Підвищення ефективності доставки напряму залежить від автоматизації та роботизації транспортної системи, де особливе місце посідають безпілотні літальні апарати (БПЛА). Ефективність виконання робіт підвищується за рахунок впровадження технологій ідентифікації вантажів, методів обробки великих даних (Big Data) та блокчейн-технологій, що гарантує прозорість та безпеку логістичного ланцюга. Окрему увагу слід приділити математичному моделюванню польотних завдань БПЛА для мінімізації енерговитрат та врахування метеорологічних чинників, що критично важливо для стабільності міської аерологістики. Таким чином, БПЛА стають не просто окремим видом транспорту, а частиною комплексної цифрової екосистеми, яка мінімізує паперове оформлення вантажів та прискорює виконання замовлень за рахунок високої мобільності та автономності [2].

Впровадження БПЛА та автоматизованих систем керування є ключовим чинником цифрової трансформації, що дозволяє значно підвищити продуктивність логістичних операцій. Поєднання інноваційних видів транспорту з інтелектуальними алгоритмами управління створює надійну базу для розвитку концепції «розумного міста» та забезпечує якісно новий рівень сервісу в галузі доставки замовлень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лозова Г. М., Клименко В. В., Кожолянюк І. В. Цифрова трансформація транспортної системи в Україні // Теоретичні та прикладні питання економіки. — 2022. — 225 с.
2. Макаров Г. К., Ткаченко О. М. Використання БПЛА в логістичних системах «останньої милі» // Вісник машинобудування та транспорту. — 2023. — №1. — С. 45–52.

УДК 658.788

Бойко С.М.¹, Котов О.Б.², Бойко О.С.³

¹ канд.техн.наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² д-р тех. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

³ Кременчуцький національний університет і. М. Остроградського

ВПЛИВ ПСИХОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ АВІАЦІЙНОГО ФАХІВЦЯ НА ЕФЕКТИВНЕ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА

Сучасний етап розвитку авіації характеризується стрімким впровадженням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у різні сфери економіки, що висуває нові вимоги до підготовки персоналу. Попри високий рівень автоматизації та цифровізації транспортних систем, людський фактор залишається критичним елементом, що визначає безпеку та ефективність експлуатації авіаційної техніки. Психологічна готовність та індивідуальні особливості оператора БПЛА відіграють вирішальну роль у процесі прийняття рішень, особливо в умовах дефіциту часу та високої відповідальності за збереження вантажу та технічних засобів.

Психологічний профіль оператора безпілотних систем суттєво відрізняється від профілю пілота пілотованої авіації через специфіку віддаленого керування, що створює ефект «відсутності в кабіні» та може призводити до хибної оцінки ризиків. Підвищення ефективності доставки замовлень за допомогою БПЛА напряму залежить від таких якостей фахівця, як стійкість до стресу, швидкість реакції та здатність до тривалої концентрації уваги при моніторингу систем допомоги керуванню. Професійна надійність фахівця також формується через його здатність адаптуватися до програмного забезпечення та ефективно взаємодіяти з автоматизованими алгоритмами в непередбачуваних ситуаціях. Роботизація процесів не нівелює роль людини, а навпаки, вимагає від спеціаліста вищого рівня психологічної витривалості для проведення регламентних робіт [1].

Таким чином, індивідуально-психологічні особливості, зокрема здатність до розподілу уваги та прогнозування розвитку ситуації, стають ключовими чинниками, що мінімізують імовірність авіаційних подій та забезпечують економічну вигоду від використання безпілотних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пряжников О. М. Психологічні аспекти підготовки операторів безпілотних авіаційних систем // Питання авіаційної психології. — 2023. — № 2. — С. 15–22.

УДК 656.2:656.22

Калашнікова Т.Ю. ¹, Боровець О. Ф. ²

¹ канд. техн. наук, доц. УкрДУЗТ

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РОЗРАХУНКУ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕГОНІВ

Пропускна спроможність залізничних перегонів є одним із ключових показників ефективності функціонування транспортної системи. Вона визначає максимально можливу кількість поїздів, які можуть бути пропущені через певну ділянку за одиницю часу з урахуванням технічних та експлуатаційних обмежень [1]. Зростання обсягів перевезень, необхідність підвищення безпеки та оптимізації використання інфраструктури зумовлюють актуальність дослідження даної тематики.

У сучасній практиці використовуються різні підходи до розрахунку пропускної спроможності, серед яких виділяють аналітичні, графічні та імітаційні методи [2, 3].

Аналітичні методи базуються на використанні формул та нормативних залежностей, що враховують довжину перегону, швидкість руху, інтервали між поїздами та тип сигналізації. Ці методи є зручними для попередніх оцінок, проте мають обмеження щодо точності [2].

Графічні методи передбачають побудову графіків руху поїздів, що дозволяє візуально оцінити завантаженість перегонів та виявити вузькі місця. Такі підходи широко застосовуються при плануванні роботи залізничного транспорту [3].

Імітаційне моделювання є найбільш сучасним підходом, який дозволяє врахувати випадкові фактори та складні взаємозв'язки між елементами системи. Завдяки цьому досягається більш висока точність результатів, що особливо важливо при прийнятті управлінських рішень [4, 5].

Таким чином, комплексне використання різних підходів до розрахунку пропускної спроможності дозволяє підвищити ефективність функціонування залізничного транспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бутко Т. В. Організація руху поїздів на залізничному транспорті : навч. посіб. – Харків : УкрДУЗТ, 2018. – 312 с.
2. Козаченко Д. М., Вернигора Р. В. Теорія та практика розрахунку пропускної спроможності залізниць. – Дніпро : ДНУЗТ, 2017. – 256 с.
3. Інструкція з організації руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України. – Київ : Укрзалізниця, 2020. – 180 с.
4. Law A. M. Simulation Modeling and Analysis. – 5th ed. – New York : McGraw-Hill, 2015. – 768 p.

5. Hansen I. A., Pachl J. Railway Timetable & Traffic: Analysis, Modelling, Simulation. – Hamburg : Eurailpress, 2014. – 320 p.

УДК 656.2

Турпак С.М.¹, Кальченко Т.В.², Кучеренко Є.О.³

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

² зав. лаб. НУ «Запорізька політехніка»

³ лаборант НУ «Запорізька політехніка»

ПОБУДОВА ПРОГНОЗНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ З УРАХУВАННЯМ СЕЗОННИХ КОЛИВАНЬ

Запропонований двоетапний підхід до побудови моделей транспортних потоків, який використовує метод календарної дефляції на першому етапі та поліноміальну апроксимацію на другому.

На прикладі даних доставки металопродукції залізничним транспортом (рисунок 1) показані переваги даної методології, похибка в річному обсязі перевезень складає менше 0,028%.

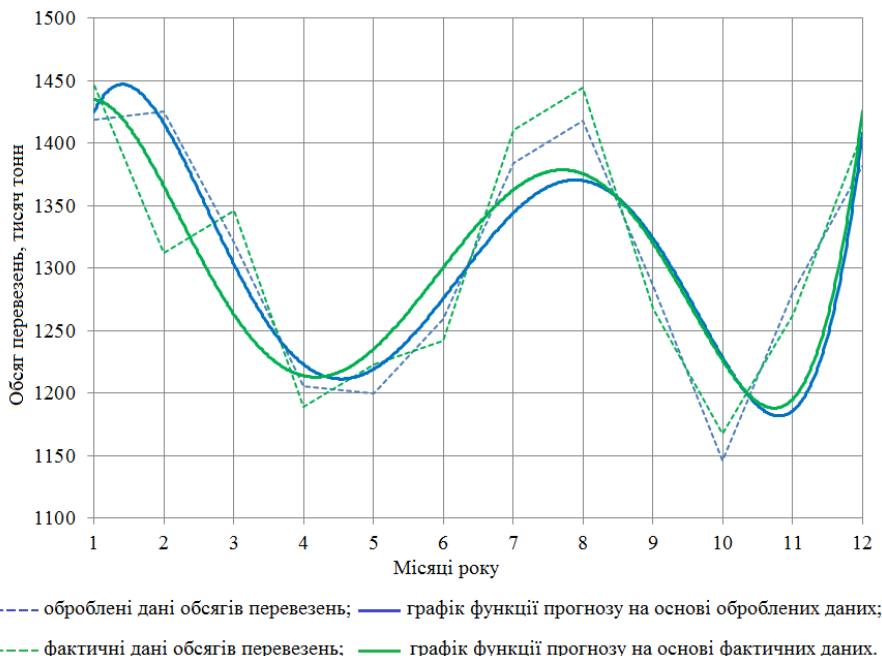


Рисунок 1 – Порівняльний аналіз графіків прогнозу
 Запропонований підхід може бути використаний для визначення потрібного
 парку вантажних вагонів при плануванні перевізного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. World Steel in Figures 2021. URL : <https://worldsteel.org/data/world-steel-in-figures/world-steel-in-figures-2021/>
2. Державна служба статистики України. Методика коригування даних щодо обороту роздрібної торгівлі з урахуванням сезонності та робочих днів. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0042832-13#Text>
3. Новинний сайт гірничо-металургійної промисловості. GMK Center. URL : <https://gmk.center/ua/opinion/stan-ukrainskoho-rynku-metaloekonomiki-dlia-ses/>

УДК 656.1

Кузькін О.Ф.¹

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ СЦЕНАРІЇВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МІСТАХ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Основними акторами у процесах міських вантажних перевезень є вантажовідправники (виробники різноманітної продукції, логістичні склади та термінали, торгівельні об'єкти, а також мешканці міста), постачальники транспортних послуг (автотранспортні підприємства, приватні автомобільні перевізники, транспортно-експедиторські та логістичні компанії) та вантажоодержувачі (виробничі підприємства та компанії, підприємства оптової та роздрібною торгівлі, кінцеві споживачі товарів). Перевезення вантажів у межах урбанізованих територій, навіть з урахуванням обмежень на рух вантажного автомобільного транспорту, створює транспортне навантаження на вулично-дорожню мережу міста і супроводжується усіма негативними наслідками, притаманними автомобільному транспорту: погіршення екологічного стану довкілля, підвищення шуму та вібрації, утворення транспортних заторів, зростання ризиків виникнення дорожньо-транспортних подій. Таким чином, раціональна організація міських вантажних перевезень є важливою задачею, вирішення якої забезпечує, серед іншого сталий розвиток міських територій і громад.

Основними сценаріями, які знайшли широке застосування при міських вантажних перевезеннях у сіті-логістичних системах, є:

а) безпосередня доставка вантажів від постачальника до одержувача за схемою «від дверей до дверей». Такому сценарію властиві, зазвичай, перевезення відносно великих партій вантажів невеликої номенклатури або термінові замовлення з жорсткими термінами доставки. Робота автомобілів на таких перевезеннях носить характер помашинних перевезень;

б) доставка вантажів від постачальників до одержувачів через проміжні термінали (пункти) за схемою «логістика останньої милі» (Last Mile Logistics) [1], яка передбачає доставку вантажів кінцевим споживачам з проміжних складів або терміналів (пунктів видачі) з консолідацією вантажних партій широкої номенклатури у відповідності до замовлень споживачів. Робота автомобілів на таких перевезеннях носить характер змішаних перевезень;

в) доставка (розвезення) вантажів по пунктах призначення та (або) збирання вантажів з пунктів відправлення за наперед визначеними кільцевими маршрутами. За такою технологією відбувається розвезення товарів у мережах роздрібною торгівлі або збирання побутових відходів на території міста, реалізується механізм реверсивної логістики. Робота автомобілів на таких перевезеннях носить дрібнопартійний характер.

На вибір конкретного сценарію впливають вид та транспортні властивості вантажу, терміни доставки, особливі умови перевезень та

зберігання вантажу, характеристики попиту на вантаж (періодичність постачання вантажів, обсяги вантажних партій, сумісність вантажів при консолідованих перевезеннях).

Перевезенням вантажів в умовах міста властива значна невизначеність, яка полягає у транспортному (затори, дорожньо-транспортні події, ремонтні роботи, світлофорне регулювання), логістичному (коливання обсягів попиту на вантажі, вимоги клієнтів щодо термінів доставки, відмови одержувачів вантажу) та ресурсному (відмови транспортних засобів та засобів механізації вантажних робіт) аспектах. В умовах воєнного стану невизначеності додають руйнування транспортної інфраструктури, через які стають недоступними ділянки вулично-дорожньої мережі, перебої у енергопостачанні, які можуть призвести до додаткових витрат часу на логістичні операції. Таким чином, для забезпечення надійності вантажних перевезень у сіті-логістичних системах необхідно врахування зазначених вище факторів, їх передбачення та застосування адаптивних сценаріїв організації постачань у разі виникнення таких ситуацій.

Основними адаптивними сценаріями постачань в умовах дії непередбачуваних та випадкових факторів є:

а) створення додаткових резервів часу для окремих елементів процесу доставки вантажів в залежності від ступеня їх вразливості та впливу на ефективність та надійність процесів постачання;

б) розподілення повноважень у прийнятті рішень окремими учасниками процесу доставки (водіям, експедиторам, операторам складів тощо) у разі виникнення подій, що перешкоджають плановій реалізації процесу доставки;

в) використання різних сценаріїв доставки вантажів в залежності від коливань попиту, рівнів завантаження вулично-дорожньої мережі у визначених проміжках часу;

г) створення додаткових резервів мультимодальних транспортних ресурсів (автомобілів різної вантажопідйомності, електромобілів, мото- та велотранспорту, залучення приватного автотранспорту для доставки товарів).

Таким чином, основним аспектом застосування різних сценаріїв доставки вантажів у містах в умовах невизначеності є перехід від жорсткого планування перевезень до побудови гнучких, адаптивних та стійких до невизначених чинників систем постачань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bosona, T. (2020). Urban Freight Last Mile Logistics—Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review. Sustainability, 12(21). <https://doi.org/10.3390/su12218769>

УДК 629.113

Кузькін О.Ф.¹

Кудієвський А.А.²

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

² асп. НУ «Запорізька політехніка»

ВИМОГИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ ЩОДО КОНСТРУКЦІЇ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ МАЛОМОБІЛЬНИХ ПАСАЖИРІВ

Законодавством країн Європейського Союзу, підготовчий процес приєднання до якого зараз реалізується в Україні, гарантується безперешкодний доступ до послуг міського громадського транспорту особам з обмеженими фізичними можливостями, в тому числі на кріслах колісних, та маломобільним категоріям громадян (з антропометричними особливостями, з дитячими візками, похилого віку, з багажем тощо). З урахуванням реалій воєнного стану в Україні, кількість пасажирів з обмеженими фізичними можливостями збільшується, що збільшує попит на перевезення з їх боку та вимагає від перевізників обслуговувати міські маршрути автобусами, пристосованими для перевезень таких категорій пасажирів.

Вимоги до загальної конструкції автобусів категорій М2 та М3 щодо їх пристосування до перевезень осіб з обмеженими фізичними можливостями та маломобільних категорій громадян встановлені додатком 8 регуляторного акту ООН № 107 (R107) [1] та включають 11 груп вимог: конструкція сходів, місць та простору для маломобільних пасажирів, розташування комунікаційних пристроїв, поручнів, ухилу підлоги салону, облаштування місця для крісел колісних, розташування сидінь та площі для проїзду пасажирів стоячи у просторі для крісла колісного, забезпечення стійкості крісла колісного під час перевезень, систем управління дверима, умов перевезення дитячих візків, пристроїв посадки та висадки пасажирів у автобус.

Стійкість крісел колісних забезпечується їх нерухомістю при прикладенні заданих нормативних сил у повздовжньому (прямому та зворотному) напрямку тривалістю не менше ніж 0,2 секунди. Нормативні значення сил встановлені у даН в залежності від категорії автобуса та особливостей конструкції системи утримання крісла колісного у зоні його розташування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. UN Regulation No. 107. Uniform provisions concerning approval of category M2 or M3 vehicles with regard to their general construction. URL: <https://unece.org/sites/default/files/2021-05/R107r7e.pdf> (дата звернення: 20.03.2026).

УДК 629.463.001.63

Фомін О.В.¹, Прокопенко П.М.², Іванченко Д.А.³

¹ д-р техн. наук, проф. НТУ

² Ph.D., НТУ

³ канд.техн.наук, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

БАЗОВІ КРИТЕРІЇ ВЗАЄМОДІЇ ПАНТОГРАФА РУХОМОГО СКЛАДУ З КОНТАКТНОЮ МЕРЕЖЕЮ

У даній роботі розглянуто базові критерії процесу взаємодії та контактної мережі залізничного рухомого складу. Також виконано аналіз причин та наслідків погіршеного струмознімання.

Надійність струмознімання визначається відсутністю ушкоджень, пов'язаних із затримками поїздів, запобіганням збитків від них, тобто із забезпеченням безпеки руху.

Якість струмознімання може визначатися різними показниками (числом і тривалістю порушень механічного контакту на розрахунковій ділянці шляху, ступенем стабільності контактного натискання, близької до оптимального значення, інтенсивністю зношування контактних елементів та ін.), які значною мірою залежать від конструктивного виконання взаємодіючих систем - контактної мережі і струмоприймачів, їх статичних, динамічних, аеродинамічних, демпфірувальних та інших характеристик.

До основних критеріїв процесу струмознімання відносяться:

- величини зносу контактної пари, відрив струмоприймачів від дроту, розмах коливань полоза та контактного натиску;
- коефіцієнти надійності роботи контакту і економічності струмознімання, а також мінімум річних експлуатаційних витрат;
- надійність та економічність струмознімання.

Одним з основних критеріїв якості струмознімання є натискання в ковзному контакті (контактне натискання), що показує, чи може контактна підвіска при даному типі струмоприймача забезпечити нормальний режим струмознімання при заданій швидкості руху.

Для реєстрації величини натискання струмоприймача на контактний провід використовуються спеціальні вимірювальні полози, які можна класифікувати:

- за конструктивним виконанням: каркасні, балкові і ламельні;
- по виду вимірювальних елементів - тензометричні, пневматичні,
- оптичні та пружинні;
- за кількістю застосовуваних вимірювальних елементів - з одним датчиком,

- з двома датчиками, трьома і більше.

На основі силогістичних досліджень визначено наступні якісні та кількісні показники взаємодії струмоприймачів з контактною мережею:

Кількісні показники взаємодії струмоприймачів з контактною мережею:

- контактне натиснення - вертикальна сила, що чинить тиск на контактний провід через струмоприймач. Контактне натискання є сумою сил від усіх точок контакту струмоприймача;

- процентний коефіцієнт дугоутворення;

- рівень прискорення в системі «струмоприймач-контактна мережа»;

- рівень підйому контактного проводу в точці анкерування при проході струмоприймача;

- температура в зоні контакту.

Якісні показники взаємодії струмоприймачів з контактною мережею:

- реєстрація відривів струмоприймача від контактної мережі;

- реєстрація наявності іскріння;

- реєстрація наявності ударів;

- реєстрація виходу контактного проводу за робочу зону пантографа.

Висновки. За проведеними дослідженнями щодо визначення кількісних та якісних показників взаємодії струмоприймачів з контактною мережею в умовах експлуатації зроблено наступні висновки.

1. На основі силогістичних досліджень досвіду інших країн в технічному діагностуванні контактної мережі та її взаємодії з пантографом розроблено класифікацію існуючих систем з аналізом основних принципів роботи та визначено кількісні та якісні показники взаємодії струмоприймачів з контактною мережею.

2. Сучасні системи які використовуються для контролю якості струмознімання у більшості випадків є комбінованими та об'єднують в собі механічні та телеметричні підходи до вимірювання потрібних величин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Xiaowen Yao, Zongyi Xing, Zhenyu Zhang, Andong Sheng. The online monitoring system of pantograph slider based on 2D laser displacement sensors. Measurement Volume 194, 15 May 2022, 111083. (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.111083>).

2. Fomin, A. Lovska, I. Kulbovskiy, H. Holub, I. Kozarchuk, V. Kharuta. Determining the dynamic loading on a semi-wagon when fixing it with a viscous coupling to

a ferry deck. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 8, Issue 2/7 (98), 2019, 6–12. (DOI: 10.15587/1729-4061.2019.160456).

3. C. O'Donnell, R. Palacin, J. Rosinski. Pantograph damage and wear monitoring system. IET International Conference on Railway Condition Monitoring, 2006, 178 – 181. (DOI: 10.1049/ic:20060065).

УДК 629.92

Фомін О.В.¹, Козинка О.С.², Безлуцький В.О.³

¹ д-р техн. наук, проф. НТУ

² асп. НТУ

³ асп. СНУ ім. В. Даля

ВПЛИВ ДЕМПФУВАЛЬНИХ ТА ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ВІБРАЦІЙНУ ПОВЕДІНКУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

Підвищення ефективності функціонування та надійності вантажних вагонів є одним із ключових завдань сучасного залізничного транспорту. В умовах зростання швидкостей руху, підвищення осьових навантажень та інтенсивності експлуатації особливого значення набуває забезпечення стабільних динамічних характеристик рухомого складу. Віб्राційні процеси, що виникають під час руху вагонів, безпосередньо впливають на довговічність конструкції, безпеку руху, а також економічні показники експлуатації.

Динамічна поведінка вантажного вагона визначається складною взаємодією масових, жорсткісних і демпфувальних параметрів конструкції, а також умовами контакту коліс з рейками та характеристиками підвіски. У процесі тривалої експлуатації ці параметри змінюються під впливом зношування, корозійних процесів, втоми матеріалів і дії зовнішніх факторів. Це призводить до зміни власних частот коливань, появи додаткових резонансних явищ і зростання рівня динамічних навантажень.

Одним із ефективних напрямів підвищення експлуатаційних характеристик вагонів є застосування захисних і демпфувальних покриттів. Такі покриття виконують не лише функцію захисту від корозії, але й здатні змінювати трибологічні, механічні та динамічні властивості елементів конструкції. Їх використання дозволяє забезпечити більш стабільні умови роботи вузлів і агрегатів, зменшити інтенсивність деградаційних процесів і підвищити ресурс конструкції.

Вплив покриттів на динамічні характеристики вагонів має комплексний характер і проявляється через декілька основних механізмів. По-перше, зміна умов тертя в контактних вузлах. Нанесення покриттів на поверхні, що взаємодіють, призводить до зниження коефіцієнта тертя та стабілізації

контактних характеристик [1]. Це особливо важливо для елементів підвіски, шарнірних з'єднань і опорних вузлів. Зменшення тертя сприяє більш плавній роботі системи та зниженню випадкових імпульсних навантажень, які можуть виступати джерелом додаткових коливань.

По-друге, покриття впливають на жорсткісні характеристики конструкції. У процесі експлуатації корозія та мікропошкодження призводять до локального зменшення жорсткості елементів. Захисні покриття запобігають розвитку таких дефектів, забезпечуючи збереження геометричних параметрів і однорідності матеріалу [2]. Це дозволяє уникнути небажаного перерозподілу напружень і зміщення власних частот коливань, що є критично важливим для забезпечення динамічної стійкості.

По-третє, суттєвим є вплив покриттів на демпфувальні властивості системи. Деякі полімерні та композиційні матеріали мають здатність поглинати та розсіювати енергію коливань [3]. Це призводить до зменшення амплітуди вібрацій, особливо в резонансних зонах. Підвищення демпфування є одним із найбільш ефективних способів зниження динамічних навантажень, які діють на елементи конструкції вагона. Окрім цього, нанесення покриттів супроводжується незначною зміною масових характеристик конструкції. Додаткова маса може впливати на зниження власних частот системи, що, у свою чергу, змінює спектр динамічного відгуку [4]. У деяких випадках це може призводити до зміни форми коливань і перерозподілу участі окремих мод у загальному динамічному процесі. Водночас поєднання ефектів збільшення маси та підвищення демпфування зазвичай має позитивний вплив на загальну вібраційну поведінку системи.

Особливу увагу слід приділити умовам експлуатації, в яких проявляється ефективність покриттів. При русі вагона по нерівностях колії, проходженні стрілочних переводів або дії змінних навантажень виникають складні коливальні процеси [5]. У таких умовах здатність покриттів поглинати енергію коливань дозволяє зменшити пікові значення прискорень, напружень і переміщень, що безпосередньо впливає на довговічність конструкції.

Проведений аналіз показує, що використання захисних і демпфувальних покриттів сприяє: зниженню інтенсивності зношування та корозії; стабілізації жорсткісних характеристик конструкції; підвищенню рівня демпфування; зменшенню амплітуд коливань; зниженню динамічних навантажень на основні елементи вагона; підвищенню загальної надійності та ресурсу рухомого складу.

Таким чином, застосування сучасних покриттів є ефективним інженерним рішенням для покращення динамічних характеристик вантажних вагонів. Комплексний вплив на механічні, трибологічні та демпфувальні властивості дозволяє не лише підвищити довговічність конструкції, але й

забезпечити більш безпечну та стабільну експлуатацію в умовах сучасного залізничного транспорту. Подальші дослідження в цьому напрямі доцільно спрямувати на експериментальну оцінку параметрів демпфування та розробку оптимальних конфігурацій покриттів з урахуванням реальних умов експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Jing Li et al. Reinforcement of graphene and its derivatives on the anticorrosive properties of waterborne polyurethane coatings. *Composites Science and Technology*. P. 30-37. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2016.04.017>
2. Ustinov A., Polishchuk S., Kremenchutskyi O., Skorodzievskii V. The influence of the axial texture of ferromagnetic Co–Fe alloys on their damping capacity // *Metallophysics and Advanced Technologies*. 2025. Vol. 47, No. 2. P. 135–147. DOI: <https://doi.org/10.15407/mfint.47.02.0135>.
3. Павленко В. М. / та ін. Новітні технології в екологічно безпечних полімерних покриттях: дослідження, технології, перспективи. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2024. №1 (19). С. 85–94. doi: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2024-19-1-85-94>
4. Павленко В. М. / та ін. Дослідження методів випробування лакофарбового покриття на стійкість до корозії. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2023. №2 (18). С. 127–133. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-127-133>
5. Sagin, S.; Kuropyatnyk, O.; Sagin, A.; Tkachenko, I.; Fomin, O.; Píštěk, V.; Kučera, P. Ensuring the Environmental Friendliness of Drillships during their Operation in Special Ecological Regions of Northern Europe. *J. Mar. Sci. Eng.* 2022. 10, 1331. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse10091331>

СЕКЦІЯ УПРАВЛІННЯ СІТИ-ЛОГІСТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ ТА БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

УДК 656.13:656.1/.5:005.334

Хітров І.О.

доц. Національний університет водного господарства та
природокористування

РИЗИК-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В МІСЬКІЙ ЛОГІСТИЦІ

Сучасні міста функціонують як складні соціотехнічні системи, у яких транспортні та логістичні процеси формують основу економічної активності й мобільності населення [1]. Інтенсивне зростання обсягів перевезень, розвиток електронної комерції, збільшення частки кур'єрських і малотоннажних вантажних перевезень у межах «останньої милі» зумовлюють підвищення навантаження на вулично-дорожню мережу та ускладнення структури транспортних потоків. За таких умов традиційні підходи до забезпечення безпеки дорожнього руху, орієнтовані переважно на реагування на вже скоєні дорожньо-транспортні пригоди, виявляються недостатньо ефективними.

Проблема безпеки дорожнього руху залишається однією з ключових у сфері транспорту [2]. Водночас у межах міської логістики ризики мають специфічний характер: висока щільність руху, конфліктність між вантажними й пасажирськими потоками, обмеженість простору для маневрування, варіативність швидкісних режимів та часові обмеження доставки [3, 4].

У межах міської логістики ризик доцільно трактувати як імовірність виникнення небезпечної дорожньо-транспортної ситуації під час виконання логістичної операції, помножену на тяжкість можливих наслідків. Такий підхід дозволяє перейти від реагування на вже скоєні ДТП до прогнозування та попередження конфліктних ситуацій.

Реалізація ризик-орієнтованого підходу передбачає поетапну процедуру. На першому етапі здійснюється ідентифікація небезпечних ділянок маршрутів і потенційно критичних ситуацій. Далі проводиться оцінювання ризиків із застосуванням статистичних методів, імовірнісного моделювання та аналізу показників частоти й тяжкості ДТП. Важливим інструментом є формування матриці «ймовірність – наслідки», що дозволяє ранжувати ризики та визначити пріоритети управлінських заходів.

Завершальним етапом є впровадження комплексу технічних, організаційних і інформаційних рішень із подальшим моніторингом їх ефективності.

Інструментальне забезпечення ризик-орієнтованої моделі базується на використанні інтелектуальних транспортних систем, телематичних технологій і цифрового моделювання транспортних потоків. Застосування систем GPS-моніторингу, адаптивного світлофорного регулювання та алгоритмів оптимізації маршрутів з урахуванням безпекових індикаторів дозволяє зменшити імовірність виникнення аварійних ситуацій [5]. Показовим прикладом системного управління безпекою є концепція «Бачення нуля», започаткована у Швеції, яка передбачає мінімізацію смертності шляхом комплексного аналізу ризиків і модернізації транспортної інфраструктури [6].

Таким чином, впровадження ризик-орієнтованого підходу в системі міської логістики забезпечить зниження аварійності, підвищення надійності транспортних операцій та скорочення соціально-економічних втрат. Інтеграція безпекових критеріїв у процес логістичного планування сприятиме формуванню превентивної моделі управління, що відповідає сучасним вимогам розвитку сіті-логістичних систем і забезпечує збалансованість між ефективністю перевезень та рівнем транспортної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Єршова О. Л., Бажан Л. І. Розумне місто – концепція, моделі, технології, стандартизація. *Нові інформаційні технології*. 2020. № 2-3. С. 68-77. [https://doi.org/10.31767/su.2-3\(89-90\)2020.02-03.08](https://doi.org/10.31767/su.2-3(89-90)2020.02-03.08).
2. Хітров І.О., Козак С.В. Безпечність транспортної діяльності. *Центральноукраїнський науковий вісник*. Технічні науки. 2024. Вип. 10(41), ч.ІІ. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).2.196-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).2.196-204).
3. Пушкар О.І., Ковальський В.С., Кравченко Н.В. Ризики у логістичній діяльності та проблеми їх зменшення в сучасних умовах господарювання. *Європейський вектор економічного розвитку*. 2020. № 2 (29). С. 85-91. <https://doi.org/10.32342/2074-5362-2020-2-29-8>.
4. Хітров І. О. Взаємодія транспортної інфраструктури та міського руху як основа підвищення транспортної безпеки. *Інновації у системах управління безпекою та дорожнім рухом* : зб. тез доп. VI міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 18-19 лист. 2025 р. Харків : ХНАДУ. 2025. С. 72-73. <https://www.newroute.org.ua/wp-content/uploads/in202512.01.pdf#page=72>.
5. Huang X., Wang B., Wu C. Realizing Smart Safety Management in the Era of Safety 4.0: A New Method towards Sustainable Safety. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, № 21. P. 1-21. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142113915>.

6. Tingvall C., Haworth N. Vision Zero - An ethical approach to safety and mobility. Monash University : веб-сайт. URL: <https://www.monash.edu/muarc/archive/our-publications/papers/visionzero>.

УДК 656

Popov Stanislav¹

¹ National transport university

TRAFFIC FLOW MANAGEMENT BASED ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS: CHALLENGES, LIMITATIONS, AND RESEARCH DIRECTIONS

The rapid pace of urbanization, accompanied by a steady increase in motorization and the growing structural complexity of urban transport networks, has significantly intensified the challenges associated with traffic flow management. Large metropolitan areas are increasingly confronted with persistent congestion, unstable traffic conditions, elevated accident risks, and substantial environmental impacts, including increased emissions and energy consumption. Under these circumstances, conventional approaches based on fixed-time control strategies and static planning models are no longer capable of ensuring the efficient functioning of transport systems. Such methods typically rely on simplified assumptions, fail to adequately capture the stochastic and nonlinear nature of traffic flows, and lack the flexibility required to respond effectively to rapid fluctuations in demand, incidents, and external disturbances.

In recent years, the advancement of intelligent transportation systems has opened new possibilities for improving traffic management through the integration of real-time data acquisition, modern communication technologies, and data-driven decision-making processes. These systems support adaptive and predictive control, enabling transport networks to respond dynamically to evolving traffic conditions. Nevertheless, despite notable progress, the management of traffic flows in complex urban environments remains an unresolved and challenging problem. This is particularly evident in multilane traffic scenarios, where interactions among vehicles, frequent lane-changing maneuvers, and heterogeneous traffic compositions introduce additional layers of complexity that are not sufficiently addressed by existing methodological approaches.

From a methodological standpoint, several limitations can be identified. Classical traffic flow models, including both macroscopic and microscopic formulations, often fail to represent the full spectrum of interactions observed in real-world traffic systems. In particular, they provide only a partial description of lane-changing behavior and inter-lane dependencies, which play a crucial role in

the emergence of congestion and traffic instabilities. At the same time, there is a lack of integrated frameworks that effectively combine different modeling scales with real-time control mechanisms. Many existing approaches remain grounded in deterministic assumptions and do not adequately account for uncertainty, variability in driver behavior, or unexpected disruptions such as accidents and adverse weather conditions. Furthermore, when applied to large-scale urban networks, these models frequently encounter scalability constraints that limit their practical applicability.

The shift toward intelligent, data-driven traffic management also gives rise to a range of scientific challenges. One of the key issues concerns the development of reliable real-time predictive models capable of processing large volumes of heterogeneous data. Another important challenge lies in integrating different categories of transport participants, including conventional vehicles and connected or automated vehicles, within a unified control framework. In addition, there is an increasing need for decentralized and multi-agent control strategies that can ensure coordinated operation across different parts of the transport network. Issues related to data quality, uncertainty, and system security further complicate the design and deployment of such systems. The concept of digital twins, which aims to replicate transport systems in a virtual environment for analysis and control, also requires further methodological refinement and empirical validation.

Despite the substantial body of research in this field, several important gaps remain. There is still no comprehensive approach that simultaneously addresses multilane traffic dynamics, real-time adaptability, and network-level optimization within a single coherent framework. The potential of advanced artificial intelligence techniques, such as reinforcement learning and deep neural networks, has not yet been fully exploited in large-scale coordinated traffic control applications. Moreover, existing studies often treat traffic flow modeling, control theory, and data-driven methods as separate domains rather than integrating them into a unified methodological paradigm. Insufficient attention has also been paid to the role of driver behavior and lane-changing processes in shaping traffic dynamics, particularly within the context of intelligent control systems.

These limitations highlight the need for further research aimed at developing adaptive, scalable, and integrated approaches to traffic flow management. Promising directions include the design of multi-level control architectures that combine local and network-wide decision-making, the application of artificial intelligence techniques for predictive and self-learning control, and the incorporation of multilane interactions into traffic models and control algorithms. The implementation of digital twin technologies, along with control tower concepts, may provide a foundation for more effective and centralized management of urban transport systems. Overall, addressing these challenges is

essential for enhancing the performance, safety, and sustainability of modern transport networks.

REFERENCES

1. Popov, S., Vyhovska, I. Digital Control Tower Model for Public Transport City Network. In: *International Scientific Conference Intelligent Transport Systems: Ecology, Safety, Quality, Comfort*. Cham: Springer, 2024, pp. 385–394. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-87376-8_34 (Accessed: 03 March 2026).
2. Kunytska, O., Persia, L., Gruenwald, N., Datsenko, D., Zakrzewska, M. The sustainable and smart mobility strategy: Country comparative overview. In: Arsenyeva, O., Romanova, T., Sukhonos, M., Tsegelnyk, Y. (eds.). *Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022*. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 536. Cham: Springer, 2023, pp. 759–769. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_59
3. Comi, A., Persia, L., Polimeni, A., Campagna, A., Mezzavilla, L. A methodology to design and assess scenarios within SULPs: The case of Bologna. *Transportation Research Procedia*. 2020, Vol. 46, pp. 269–276. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.190>
4. Antonya, C., Tarulescu, R., Tarulescu, S., & Butnariu, S. (2025). Defining the Optimal Characteristics of Autonomous Vehicles for Public Passenger Transport in European Cities with Constrained Urban Spaces. *Vehicles*, 7(4), 125. <https://doi.org/10.3390/vehicles7040125>
5. Górka, P., Małeck, K., Iwan, S., Konicki, W., Nadolska, K., & Żuchora, M. (2026). Web application to model and visualise the spread of traffic pollution. *SoftwareX*, 33, 102493. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2025.102493>

УДК 656.02: 711.7

Янішевський С. В.¹, Білоног О. Є.², Гурч Л. М.²

¹ проф. НТУ

² доц. НТУ

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВУЛИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В СИСТЕМАХ СТАЛОЇ МІСЬКОЇ МОБІЛЬНОСТІ

Як відомо, мобільність є найважливішою складовою ефективності впровадження концепції сітілогістики в міських транспортних системах, головною відмінністю якої від класичної логістики є її соціальна спрямованість. Тому при ухваленні рішень у сфері управління таких систем основним пріоритетом є людина, а не транспорт. Бажаний рівень

комфортності (зручності) міського середовища для населення має визначатись з урахуванням трьох основних якостей - безпечності, екологічності та мобільності [1].

Як відомо, до сталих видів мобільності відносять пішохідний і велосипедний рух, пересування з використанням екологічного транспорту, транзитно-орієнтоване проєктування, оренду транспортних засобів (ТЗ), а також системи громадського транспорту (ГТ), які є економічними, сприяють збереженню простору та пропаганді здорового способу життя [2]. При цьому саме маршрутний ГТ, доповнюючи пішохідний і велосипедний рух, забезпечує масову мобільність жителів міста (пасажирів) без масового використання чи володіння індивідуальними ТЗ, які зараз найчастіше призводять до перевантаження вуличної інфраструктури (ВІ) міста.

Проте для заохочення містян до використання ГТ необхідно створити особливі (пріоритетні) умови для його руху. Спеціальна інфраструктура для обслуговування маршрутних ТЗ ГТ на рівні вулиці підвищує загальну ефективність і пропускну здатність ВІ, зменшуючи затримки, спричинені рухом загального потоку ТЗ, одночасно збільшуючи мобільність і екологічну сталість міста. Крім того, вона також може бути рентабельною, особливо в порівнянні з позавуличними (надземними або підземними) варіантами розташування ліній масового ГТ.

Базовим нормативним документом, який встановлює вимоги на проєктування та будівництво вулиць і доріг населених пунктів в Україні, є ДБН В.2.3-5:2018 [3]. Проте чітких рекомендацій як щодо факторів (критеріїв), що мають враховуватись при вирішенні питання щодо визначення типу ВІ для обслуговування маршрутних ТЗ ГТ, так і щодо конкретних кількісних показників умов руху транспорту даний документ не містить.

Згідно з рекомендаціями фахівців Global Designing Cities Initiative та National Association of City Transportation Officials, рішення щодо запровадження типу спеціальної ВІ ГТ має враховувати особливості вулиці та прилеглої території, а також очікуваний пасажиропотік ГТ [4]. Така інфраструктура може займати частину вуличного простору (виділені чи відокремлені смуги, спільні смуги для руху ГТ та велосипедистів, контр-смуги односторонніх вулиць) чи формувати спільний об'єкт для різних видів мобільності (спільні вулиці ГТ). Виділені смуги ГТ оптимальні для основних коридорів (ділянок вулиць) із середньою та значною кількістю пасажирів і гнучкими маршрутами; відокремлені смуги ГТ – для безперервних коридорів зі значною кількістю пасажирів; спільні вулиці ГТ – для міських просторів з великим обсягом пішохідного руху.

В свою чергу, для відносної оцінки складності впровадження та ефективності наслідків функціонування вказаних типів ВІ пропонується

застосовувати показники простору (ступеня використання по ширині вулиці) та вартості облаштування, місткості (провізної здатності) та швидкості (рис.1).

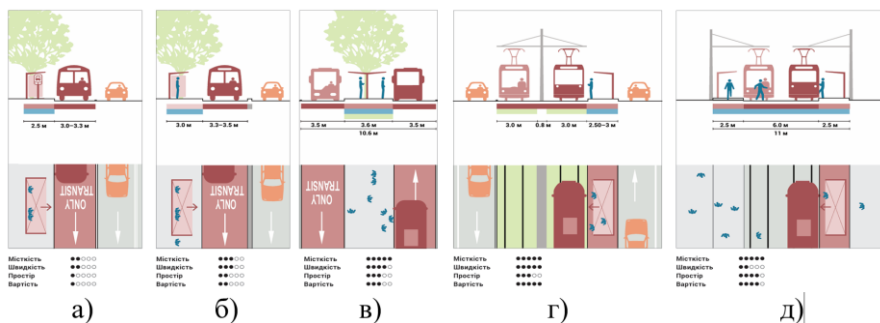


Рисунок 1 – Типи спеціальної ВІ ГТ в містах [4]:

- а) бічні виділені смуги; б) бічні відокремлені смуги;
- в) центральні відокремлені смуги з центральною посадкою пасажирів;
- г) такі ж, з бічною посадкою пасажирів; д) спільні вулиці.

Спільні смуги для руху ГТ та велосипедистів можуть безпечно суміщати обидва типи пересувань з низькими швидкостями на ділянках із помірною інтенсивністю руху ГТ. Вказаний тип організації ВІ в умовах традиційного планування сучасних міст часто є вимушеним, оскільки простір біля країв проїзної частини (бічні виділені смуги для ГТ) також приваблює велосипедистів, проте є кращим за рух велосипедистів в загальному транспортному потоці. Зауважимо, що такий варіант сумісного руху в Україні передбачений (не забороняється) положеннями п. 17.1 Правил дорожнього руху [5]. Ширина таких смуг має бути не більше 4,0м.

Контр-смуги є доцільними для ефективного сполучення на ділянках вулиць переважно незначної довжини для автобусних (тролейбусних) маршрутів. Вони є розумною альтернативою організації маршрутів на двох паралельних односторонніх вулицях, оскільки дають змогу поліпшити розуміння маршруту пасажирями та обслуговування важливих пунктів тяжіння. Контр-смуги повинні мати ширину 3,5-4,0м, щоб створити безпечну буферну зону між ТЗ ГТ та загальним транспортним потоком (насамперед – зустрічним).

Для підвищення ефективності, зрозумілості та комфорту користувачів (пасажирів) поліпшену ВІ міста бажано доповнити сучасними ТЗ ГТ, а також додатковими елементами облаштування. До останніх належать станції та

зупинки ГТ, павільйони, традиційні та онлайн-засоби орієнтування та інформування (про маршрути, розклади руху ГТ, про прибуття ТЗ в реальному часі, тощо), автомати продажу квитків, засоби управління для забезпечення пріоритетного руху ГТ на маршруті (детектори та світлофори), велопарковки біля зупинок (як елемент велошерінгу для вирішення проблеми «останньої милі») та стійки для велосипедів на ТЗ ГТ, доступні зони посадки та сидіння для представників маломобільних груп населення, урни для сміття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білоног О. Є., Янішевський С. В., Галак І. І., Климчук Ю.О. Управління міською мобільністю: кращі практики впровадження проєктів розвитку систем сталої мобільності в містах України. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Київ, 2025. Вип. 117.1. С. 276–292. DOI: <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2025-117.1-276-292>. (дата звернення: 16.03.2026).
2. Стала мобільність у Львові. Львівська міська рада. URL: <https://www.slideshare.net/slideshow/ss-54899355/54899355>. (дата звернення: 16.03.2026).
3. ДБН В.2.3–5:2018 (зі змінами). Вулиці та дороги населених пунктів. Київ, 2022. 61 с. (Інформація та документація). URL: <https://dbn.co.ua/load/normativity/dbn/1-1-0-199>. (дата звернення: 16.03.2026).
4. Глобальний посібник з проектування вулиць (українське видання): Library of Congress Control Number: 2016941255, ISBN: 978-1-61091-494-9. © Copyright 2016. Global Designing Cities Initiative. 396 с. URL: <https://globaldesigningcities.org/publication/global-street-design-guide>. (дата звернення: 16.03.2026).
5. Правила дорожнього руху: Затверджені Постановою КМ України від 10 жовтня 2001 р. № 1306, зі змінами і доповненнями. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KP011306>. (дата звернення: 16.03.2026).

УДК 656.11

Дорошук В.О.¹, Сліпенький Є.Б.¹

¹старш. викл. НУ водного господарства та природокористування

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Безпека – це основа якісної логістики у сфері автомобільних вантажоперевезень. Чітке дотримання правил та стандартів роботи з різними

типами товарів є гарантом їх цілісності та своєчасного надходження до пункту призначення.

Підвищення безпеки руху при перевезенні вантажів автомобільним транспортом – це сукупність заходів, спрямованих на запобігання ДТП, збереження життя людей і цілісності вантажів (таблиця 1).

Таблиця 1 – Основні заходи підвищення безпеки

Напрямок підвищення безпеки	Основні заходи
Технічний стан ТЗ	Регулярний техогляд; справність гальм, рульового керування, освітлення; використання систем ABS, ESP
Дотримання правил перевезення	Правильне розміщення і кріплення вантажу; недопущення перевантаження; дотримання габаритних норм
Кваліфікація водіїв	Професійна підготовка; дотримання ПДР; контроль режиму праці та відпочинку
Організація руху	Планування безпечних маршрутів; врахування погодних і дорожніх умов; обмеження швидкості
Інформаційні технології	GPS-моніторинг; контроль швидкості; використання тахографів
Безпека вантажу	Надійна упаковка; маркування; дотримання правил перевезення небезпечних вантажів

Першочерговим завданням забезпечення безпеки вантажних автомобільних перевезень є створення безпечних умов праці водія. Досягнення цієї мети передбачає реалізацію наступного комплексу організаційно-технічних заходів:

- здійснення контролю технічного стану транспортних засобів перед початком експлуатації;
- підготовка водіїв до дій в аварійних та нештатних ситуаціях;
- планування режиму праці та відпочинку на основі даних тахографічного обліку;
- забезпечення персоналу професійними інструкціями та проведення інструктажів з урахуванням сезонних особливостей експлуатації.

Надзвичайно важливим є повне та всебічне розуміння специфічних характеристик та властивостей вантажів, віднесених до категорії особливих, оскільки це є фундаментальною передумовою організації їх безпечного транспортування. Номенклатура вантажів, які офіційно класифіковані як небезпечні, включає матеріали та речовини, що характеризуються наявністю

компонентів, здатних чинити шкідливий вплив на організм людини, представників живої природи та компоненти навколишнього середовища через множинні канали негативної дії.

Організація транспортування вантажів великої ваги та габаритів з використанням автомобільного транспорту є одним з найбільш технічно та організаційно складних напрямків вантажних перевезень. Ця специфічна діяльність характеризується необхідністю одночасного вирішення широкого кола взаємопов'язаних завдань, що стосуються як забезпечення безпеки під час транспортування, так і збереження цілісності об'єктів дорожньої та транспортної інфраструктури.

Для підвищення безпеки доставки вантажів при плануванні маршрутів, крім традиційних методів (аналіз карт автомобільних доріг, консультації з досвідченими водіями, дорожні атласи для вантажівок, інформація від диспетчерів), слід застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення для вантажівок, таке як: TruckNav (навігація для комерційного транспорту), Sygic Truck GPS Navigation (маршрути з врахуванням обмежень), CoPilot Truck (планування з урахуванням габаритів), Garmin Dezl (GPS для вантажівок), HERE WeGo (безкоштовна альтернатива). Це дозволить зменшити імовірність виникнення ДТП та забезпечити ефективність вантажних перевезень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Самостян В.Р., Онищук В.П. Удосконалення процесу планування перевезення вантажів автомобільним транспортом: монографія. Луцьк : ІВВ ЛНТУ, 2023. 158 с.

2. Gnap, J., Poliak M., Semanova, S. The issue of a transport mode choice from the perspective of enterprise logistics. Open Engineering. Volume 9, Issue 1, 2019, Pages 374-383.

УДК 656.13

Трушевський В.Е.¹

¹старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ТЕХНОЛОГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДПРАЦЮВАННЯ СИГНАЛУ «ВСІМ ЧЕРВОНИЙ» ПРИ КООРДИНОВАНОМУ РЕГУЛЮВАННІ

Режим роботи світлофорних об'єктів оптимізується, в першу чергу, за двома критеріями: мінімізація ризиків дорожньо-транспортних пригод та мінімізація транспортних затримок учасників дорожнього руху в зоні регулювання.

У рамках забезпечення меморативних заходів із вшанування жертв російської агресії для проведення хвилини мовчання передбачається переведення світлофорних об'єктів до режиму «всім червоний» з 09:00 до 09:01 жоденно. Протягом відповідних змін режимів регулювання пропонується забезпечити належний рівень безпеки дорожнього руху та, по можливості, мінімізувати транспортні затримки всіх його учасників, а також Визначити перехідні режими таким чином, аби протягом вказаного вище часу на перехресті був відсутній рух, в тому числі тих транспортних засобів, що виїхали на нього заздалегідь.

Для реалізації такої задачі пропонується застосування спеціальної фази регулювання, яка не має у своєму складі реальних напрямків регулювання. Вказана фаза одиночно включається до спеціальної програми, а та, своєю чергою, до спеціального плану координації.

Втім, через наявність з об'єктивних причин мінімального часу у кожного з основних тактів фаз світлофорного регулювання, виникає проблема запізнення вмикання червоних сигналів для всіх учасників руху. Для виконання цієї задачі в умовах координованого регулювання існує два підходи: підведення зсуву початку основного такту першої у циклі фази регулювання та раннього виклику спеціальної фази. Для здійснення зміщення моменту початку першої фази вводиться перехідна програма, у якій вказане зміщення розраховується таким чином, аби цикл регулювання завершувався раніше за 09:00 на величину перехідного інтервалу з останньої фази циклу на спеціальну фазу рис. 1).

У порівнянні із завчасним викликом спеціальної фази, такий спосіб дозволяє уникнути руху через перехрестя транспортних засобів, які виїхали на перехрестя на дозволяючий сигнал у попередній фазі циклу.

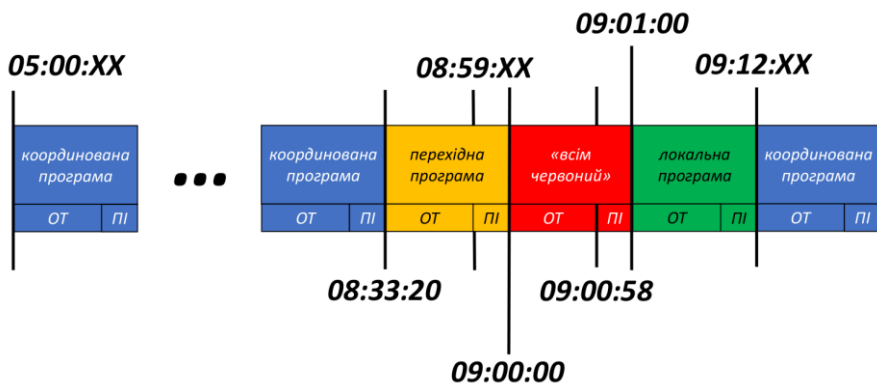


Рисунок 1 – Конфігурація програм режиму регулювання

Підведення зсуву дозволяє також зберегти встановлену структуру світлофорного циклу, тобто визначений розрахунком порядок чергування фаз регулювання. В умовах координованого регулювання при близькому розташуванні сусідніх регульованих перехресть порушення структури циклу обов'язково призводить до появи заборонених зсувів, внаслідок прояву яких відбувається заповнення зон регулювання транспортними засобами, що не вмістилися на перегоні через його обмежену ємність.

Момент початку перехідної програми розраховується з огляду на ризик зникнення телеавтоматичного зв'язку між центром керування автоматизованої системи керування дорожнім рухом та світлофорним об'єктом.

Оскільки процес зміни світлофорних сигналів за жорсткого координованого регулювання є циклічним, то корекція зсуву першої фази може відбуватися в двох напрямках: збільшенням за зменшенням його величини (рис. 2).

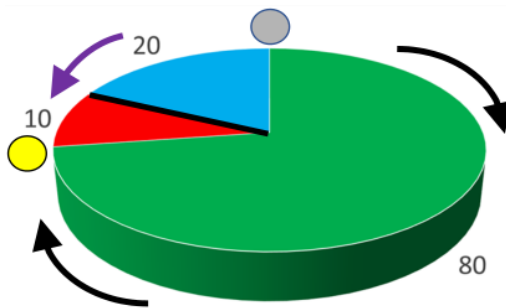


Рисунок 2 – Схема корекції абсолютного зсуву першої фази регулювання

По завершенні відпрацювання спеціальної фази в рамках спеціальної програми, о 09:00:00 викликається локальний режим. Це зумовлено можливістю використання координованих циклів різної тривалості в рамках ділянок однієї протяжної магістралі. Локальна програма є перехідною від спеціальної до звичайного координованого режиму.

Аналізуючи переваги та недоліки обох запропонованих способів забезпечення вмикання червоного сигналу для всіх учасників дорожнього руху, можна зробити висновок, що спосіб підведення зсувів має менше недоліків та більше переваг.

Наукове електронне видання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Збірник тез доповідей
Сьомої всеукраїнської науково-практичної конференції

26–27 березня 2026 року

Один електронний оптичний диск (DVD-ROM);
супровідна документація.
Тираж 100 прим. Зам. № 497

Видавець і виготовлювач
Національний університет «Запорізька політехніка»
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Університетська, 64
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6952 від 22.10.2019.