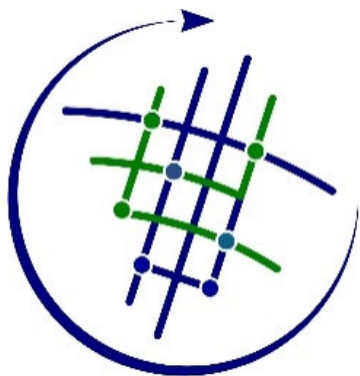


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**



INTERMARIUM
FUNDACJA

**ДРУГА ВСЕУКРАЇНСЬКА
КОНФЕРЕНЦІЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА МОЛОДИХ
ВЧЕНИХ**

**«СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ:
ВИКЛИКИ МАЙБУТНЬОГО»**

6–8 ТРАВНЯ 2026



**Co-funded by
the European Union**



РІВНЕ – 2026

УДК 332.146.2:656+338.49

C76

Рецензенти:

Савіна Н.Б., проректорка з наукової роботи та міжнародних зв'язків Національного університету водного господарства та природокористування, д.е.н., професорка;

Сорока В.С., проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи Національного університету водного господарства та природокористування, к.с.-г.н., доцент;

Никончук В.М., в.о. директора навчально-наукового механічного інституту Національного університету водного господарства та природокористування, д.е.н., професорка.

*Рекомендовано Вченою радою Національного університету
водного господарства та природокористування.
Протокол № 5 від 29 травня 2026 р.*

Відповідальний за випуск:

Хитров І.О., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування.

C76 Сталий розвиток транспорту та інфраструктури: виклики майбутнього : збірник тез другої Всеукраїнської конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених, 6–8 травня 2026 р. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2026. – 131 с.

ISBN 978-966-327-687-8

Збірник тез висвітлює актуальні питання сталого розвитку транспорту, транспортних систем та інфраструктури в умовах глобальних змін. Автори розглядають новітні технології, екологічні та соціальні аспекти, що впливають на ефективність і безпеку транспортних процесів і систем. Окремо акцентується увага на стратегіях інтеграції інноваційних рішень у міському та міжміському транспорті, а також на адаптації до змін клімату та урбаністичних викликів.

УДК 332.146.2:656+338.49

ISBN 978-966-327-687-8

© Автори публікацій, 2026

© Національний університет водного
господарства та природокористування, 2026

ЗМІСТ

Андрущук Юрій	Технологія та процес вантажних міжнародних автомобільних перевезень небезпечних вантажів	6
Артищук Михайло	Логістичні рішення для ефективної доставки хлібобулочної продукції	8
Батейко Максим	Особливості напружено-деформованого стану при формоутворенні V-подібних пружин пружних муфт	10
Браценюк Анастасія	Пожежна безпека транспортних засобів	12
Бровчук Максим	Кластерна маршрутизація в міській логістиці	15
Бурчення Анна	Інтеграція засобів мікромобільності в транспортну систему міста Рівне	17
Вакарук Артем	Моніторинг технічного стану енергетичних установок суден	19
Вовчок Софія	Безпека перевезень небезпечних вантажів	22
Вознюк Назарій	Організаційні засади складського технологічного процесу	24
Гаврон Христина	Впровадження інформаційних технологій у міські пасажирські перевезення	26
Герус Олена	Аналіз транспортно-логістичних процесів швейного підприємства	28
Гордійчук Софія	Аналіз показників функціонування регулярних автобусних маршрутів у міжобласному сполученні	30
Дем'янчук Вікторія	Підвищення ефективності перевезень вантажів у міжнародному сполученні через впровадження інновацій	32
Жабчик Сергій Редька Юрій	Чисельне моделювання аналогів продуктивності процесів обробки зернистого матеріалу в машині барабанного типу методом експериментальної візуалізації даних	34
Зданевич Микола	Формування ефективної системи розвезення вантажів у міському сполученні на принципах доставки «останньої милі»	37
Зубрилін Олександр	Методологія та аналіз матеріалів для виробництва порошкових компонентів захисних мастильних сумішей	40
Іванюта Микола	Цифрові стратегії як чинник розвитку сучасних транспортних систем	43
Кирильчук Дмитро	Планування логістичної діяльності підприємства в умовах цифровізації та сталого розвитку	46

Кирилюк Назар	Автоматизація проектування кріпильних вузлів засобами інтелектуальних динамічних блоків AutoCAD	48
Клещевников Данило	Аналіз сучасних підходів до безконтактної діагностики автомобілів із використанням віброакустичних даних і технологій	51
Козак Вадим	Оптимізація транспортно-технологічного процесу під час міжміських вантажних перевезень	53
Колодюк Олександр Шевчук Анастасія	Використання штучного інтелекту для оптимізації управління автомобільними пасажирськими перевезеннями	55
Кохан Василь	Формування ефективної структури парку військової автотехніки на основі аналізу світового досвіду	58
Король Денис	Прогнозування попиту на перевезення	61
Кузнець Павло	Сучасні транспортні технології на автомобільному транспорті та їх роль у підвищенні ефективності перевезень	64
Лисицький Максим	Патентний пошук важливий фактор модернізації механічних приводів механізмів і машин	66
Мазярчук Михайло	Організація та безпека дорожнього руху в умовах міста	70
Марків Дмитро	Формування ефективної системи міжрегіональної логістики в сучасних умовах	72
Мирончук Віталій	Особливості технології та організації перевезень вантажів на міжнародних маршрутах	74
Мінялук Андрій Шумляківський Володимир	Досвід США щодо впливу технологій ITS на розвиток автомобільного транспорту	76
Москалюк Віталіна	Інтеграція різних видів транспорту в єдину систему пасажирських перевезень	78
Огороднійчук Анна	Методи зниження шуму транспортних засобів	80
Пікула Микола Панай Тарас	Аналіз перспектив і факторів ризику збільшення парку електромобілів	82
Пінчук Діана	Особливості автомобільних вантажних перевезень в умовах війни	85
Поліщук Сергій Семенюк Тарас	Моделювання потужності приводу обертання машини барабанного типу за експериментальними даними	87
Присяжнюк Богдан	Роль транспорту в економіці країни	90
Римар Михайло	Дослідження розвитку інтермодальних перевезень в структурі логістичних систем	92

Ріжок Назарій Васін Олександр	Чисельне моделювання розподілу зернистого заповнення в камері машини барабанного типу методом експериментальної візуалізації даних	94
Семенюк Василь	Основні види шахтного транспорту та їх технологічна характеристика	96
Скубік Богда	Роль транспортних перевезень у світовій економіці	98
Сліпенький Євгеній Данилюк Юрій	Системний підхід до моделювання складської логістики підприємства	100
Сліпенький Євгеній Олексієвець Денис	Цифрове моделювання складської логістики з використанням сучасних ІТ-рішень	102
Сташук Світлана	Міський транспорт майбутнього: від цифровізації до екологічної трансформації	104
Теслюк Антон	Удосконалення технології ремонту верхньої головки шатуна двигуна КамАЗ-740	106
Форманчук Аліна	Інтеграція сучасних технологій як ключовий чинник підвищення ефективності організації транспортного процесу перевезень пасажирів	109
Черевашенко Ігор Калюжний Олексій	Склопластик як інноваційний матеріал у сучасному автомобілебудуванні	111
Шайдюк Володимир	Концепція «зеленого складу»: стала логістика будівельних матеріалів	113
Шайдюк Володимир	Проблема відсутності зон розвантаження магазинів «АТБ» у місті рівне: конфлікт міської логістики та урбаністики	119
Шевчук Анастасія	Цифровізація логістичних процесів у вантажних перевезеннях: порівняння практик України та розвинених країн	124
Якимчук Віталій	Вплив конструктивних параметрів кузова вантажного транспортного засобу на збереження вантажу	126

УДК 656.13

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ПРОЦЕС ВАНТАЖНИХ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Андрощук Юрій

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – ст. викладач Дорошук В. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Міжнародні автомобільні перевезення небезпечних вантажів є однією з найбільш відповідальних ланок сучасної логістики. Специфіка таких перевезень полягає у необхідності суворого дотримання міжнародних нормативно-правових актів, головним з яких є Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ або ADR). Технологічний процес транспортування небезпечних речовин вимагає комплексного підходу, що включає технічну підготовку рухомого складу, спеціальне навчання персоналу та розробку безпечних маршрутів [1].

Основним етапом технологічного процесу є правильна класифікація вантажу. Згідно з угодою ДОПНВ, усі небезпечні речовини поділяються на 9 класів залежно від їхніх фізико-хімічних властивостей (легкозаймистість, токсичність, корозійність тощо). Кожному вантажу присвоюється унікальний чотиризначний номер ООН (UN number), який дозволяє рятувальним службам миттєво ідентифікувати речовину та вжити необхідних заходів у разі інциденту.

Класифікація небезпечних вантажів [2]:

Клас 1: Вибухові речовини та вироби. Вимагають спеціалізованих кузовів з іскробезпечним покриттям.

Клас 2: Гази (стиснені, зріджені або розчинені під тиском). Поділяються на легкозаймисті, нелегкозаймисті нетоксичні та токсичні.

Клас 3: Легкозаймисті рідини (паливо, розчинники, спирти). Це найбільш масовий сегмент перевезень.

Клас 4: Легкозаймисті тверді речовини, самореактивні та пірофорні речовини.

Клас 5: Окиснювальні речовини та органічні пероксиди, що здатні підтримувати горіння.

Клас 6: Токсичні та інфекційні речовини, що становлять біологічну загрозу.

Клас 7: Радіоактивні матеріали. Вимагають спеціального захисного екранування.

Клас 8: Корозійні та їдкі речовини (кислоти, луги). Потребують хімічно стійкої тари.

Клас 9: Інші небезпечні речовини та вироби (наприклад, літєві батареї, речовини, що забруднюють довкілля).

Транспортні засоби, що задіяні у міжнародних ADR-перевезеннях, повинні відповідати спеціальним технічним вимогам (типи EX/II, EX/III, FL, AT). Зокрема, автомобілі обладнуються антиблокувальною системою гальм (ABS), зносостійкою гальмівною системою, головним вимикачем акумулятора та спеціальним захистом паливного бака. Обов'язковим елементом є маркування транспортного засобу оранжевими табличками та знаками безпеки (ромбами), що відповідають класу вантажу [3].

Міжнародне перевезення небезпечного вантажу неможливе без належного пакету документів. Окрім стандартної накладної CMR, водій повинен мати при собі транспортний документ на небезпечний вантаж (з вказанням номера ООН та групи пакування), письмові інструкції на випадок аварії (згідно з єдиним зразком ДОПНВ) та свідоцтво про підготовку водія ADR. Кожне підприємство, що займається такими перевезеннями, зобов'язане

призначити уповноваженого з питань безпеки (консультанта), який відповідає за дотримання правил пакування, завантаження та маркування.

Для забезпечення безпеки під час перевезення кожна транспортна одиниця повинна бути укомплектована стандартним набором обладнання, склад якого наведено у таблиці.

Таблиця

Мінімальний перелік додаткового обладнання транспортної одиниці (згідно з ADR)

Тип обладнання	Призначення та вимоги
Противідкатний упор	Не менше одного на кожен транспортний засіб, розмір відповідає масі ТЗ
Попереджувальні знаки	Два конуси або ліхтарі з автономним живленням оранжевого кольору
Засоби пожежогасіння	Порошкові вогнегасники (кількість та ємність залежить від маси ТЗ)
Засоби індивідуального захисту	Жилет оранжевого кольору, захисні окуляри, рукавички, ліхтар
Спеціальне обладнання	Рідина для промивання очей, лопата, сорбент, дренажна пастка (для класів 3, 4, 8, 9)

Вибір маршруту при міжнародних перевезеннях небезпечних вантажів суттєво обмежений. Технологічна карта маршруту повинна враховувати обмеження щодо проїзду через тунелі (категорії А-Е), заборону руху через густонаселені райони, зони санітарної охорони водних об'єктів та заповідні території. Сучасні технології дозволяють використовувати GPS-моніторинг для контролю дотримання водієм заданого безпечного маршруту та швидкісного режиму.

Технологія міжнародних перевезень небезпечних вантажів – це збалансована система технічних, правових та організаційних заходів. Подальший розвиток цього сектору логістики пов'язаний з цифровізацією супровідних документів (впровадження е-CMR та електронних ADR-сертифікатів) та переходом на екологічно безпечніший рухомий склад, що дозволить підвищити рівень безпеки на європейських автошляхах при збереженні високої ефективності доставки.

1. Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ/ADR 2023 р.). URL: <https://www.adr.org.ua/dopnv2023-online/> (дата звернення: 29.04.2026).

2. Про перевезення небезпечних вантажів : Закон України від 06.04.2000 № 1644-III (зі змінами) : станом на 01.01.2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1644-14#Text> (дата звернення: 29.04.2026).

3. Правила дорожнього перевезення небезпечних вантажів : наказ МВС України від 04.08.2018 р. № 656. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1040-04#Text> (дата звернення: 29.04.2026).

4. Панченко С. В. Організація перевезення небезпечних вантажів : навч. посіб. Харків: УкрДУЗТ, 2019. Т. 1. 190 с.

5. Дорошук В. О., Юзюк В. С., Коваль А. В. Організаційно-технологічні особливості перевезень небезпечних вантажів у міжнародному сполученні. *Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матер. XI Міжнар. наук.-техн. інтернет-конфер., м. Вінниця, 13–14 квітня 2023 р. Вінниця : ВНТУ, 2023. С. 120–121.

6. Дорошук В. О., Сорока В. С., Яскал С. В., Яскал А. В. Підвищення безпеки та ефективності перевезень небезпечних вантажів. *Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем* : матер. VI Міжнар. наук.-практ. конфер., Кропивницький, 17–19 квітня 2024 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2024. С. 123–124.

УДК 658.7:664.6

ЛОГІСТИЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ ДОСТАВКИ ХЛІБОБУЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Артишук Михайло

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – ст. викладач Сліпенький Є. Б.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Сучасні умови функціонування міської економіки висувають підвищені вимоги до організації логістичних процесів, особливо у сфері доставки харчових продуктів. Хлібобулочна продукція належить до товарів повсякденного попиту з обмеженим терміном зберігання, що зумовлює необхідність оперативної, надійної та безперервної доставки від виробника до кінцевого споживача. Зростання рівня урбанізації, ускладнення транспортної інфраструктури та підвищення очікувань споживачів щодо якості продукції актуалізують питання вдосконалення логістичних рішень у даній сфері [1].

Особливості хлібобулочної продукції безпосередньо впливають на організацію її транспортування. До таких особливостей належать короткий термін реалізації, чутливість до температурно-вологісних умов, необхідність збереження товарного вигляду та смакових властивостей, а також висока частота поставок. У зв'язку з цим логістичні системи повинні забезпечувати мінімізацію часу доставки та збереження якості продукції на всіх етапах її руху [2].

В умовах міського середовища процес доставки ускладнюється низкою факторів, серед яких транспортні затори, обмеження руху у центральних частинах міст, нестабільність дорожньої ситуації та зростання витрат на експлуатацію транспортних засобів. Крім того, важливим викликом є складність прогнозування попиту, що може призводити як до дефіциту продукції, так і до її надлишків. Усі ці чинники негативно впливають на ефективність логістичних операцій і потребують впровадження сучасних підходів до управління [3].

Одним із ключових напрямів підвищення ефективності доставки хлібобулочної продукції є оптимізація маршрутів транспортування. Використання сучасного програмного забезпечення дозволяє враховувати дорожню ситуацію в режимі реального часу, оптимізувати послідовність відвідування торгових точок та скорочувати витрати часу і палива. Важливу роль відіграють системи управління транспортом, які забезпечують контроль за виконанням перевезень, підвищують прозорість логістичних процесів і сприяють зниженню витрат [4].

Значну увагу слід приділити організації доставки на етапі «останньої милі», який є найбільш складним і витратним у логістичному ланцюгу. Для підвищення його ефективності доцільно використовувати локальні розподільчі центри, малогабаритний транспорт, а також гнучкі графіки доставки. Крім того, перспективним є впровадження коопераційних моделей між постачальниками, що дозволяє оптимізувати використання транспортних ресурсів і зменшити кількість рейсів [5].

Важливим напрямом розвитку логістики є цифровізація процесів доставки. Використання технологій GPS-моніторингу, аналітики великих даних та систем прогнозування попиту дозволяє підвищити точність планування, оперативно реагувати на зміни зовнішнього середовища та покращити рівень обслуговування клієнтів. Запровадження інноваційних рішень також сприяє зниженню витрат і підвищенню конкурентоспроможності підприємств [6].

Окремої уваги заслуговує впровадження екологічно орієнтованих логістичних рішень.

Використання електротранспорту та оптимізація маршрутів дозволяють зменшити негативний вплив на довкілля, що є особливо актуальним у великих містах. Поєднання економічної ефективності та екологічної відповідальності стає важливим фактором сталого розвитку логістичних систем [7].

Крім технологічних та організаційних аспектів, важливу роль у підвищенні ефективності доставки хлібобулочної продукції відіграє управління запасами на різних етапах логістичного ланцюга. Надмірне накопичення продукції на складах призводить до втрат через обмежений термін придатності, тоді як її дефіцит негативно впливає на рівень задоволеності споживачів. Оптимальне балансування між виробництвом, зберіганням і транспортуванням дозволяє забезпечити стабільність постачання та мінімізувати втрати.

Важливим напрямом удосконалення міської логістики є також підвищення рівня взаємодії між виробниками, логістичними операторами та торговельними мережами. Узгоджене планування поставок, обмін інформацією в режимі реального часу та спільне використання транспортних ресурсів сприяють підвищенню загальної ефективності системи. Такий підхід дозволяє зменшити дублювання маршрутів, скоротити витрати та забезпечити більш стабільне постачання хлібобулочної продукції кінцевому споживачу.

Додатково слід зазначити, що ефективність логістики хлібобулочної продукції значною мірою залежить від рівня організації виробничого планування на підприємстві. Узгодження обсягів випуску продукції з прогнозованим попитом дозволяє уникати надлишкового виробництва та зменшувати обсяги списання товарів. Використання короткострокового прогнозування попиту з урахуванням сезонності, днів тижня та споживчих звичок населення сприяє більш точному плануванню логістичних операцій.

Також перспективним напрямом розвитку є впровадження гнучких логістичних моделей, які здатні адаптуватися до змін зовнішнього середовища. Це включає можливість оперативної перебудови маршрутів доставки, перерозподілу транспортних засобів між районами міста та швидкого реагування на коливання попиту. Така адаптивність логістичної системи є ключовим фактором забезпечення безперервності постачання хлібобулочної продукції в умовах динамічного міського середовища.

Таким чином, ефективна доставка хлібобулочної продукції в умовах міської логістики потребує комплексного підходу, що включає оптимізацію транспортних процесів, впровадження сучасних інформаційних технологій та врахування специфіки продукції. Реалізація запропонованих логістичних рішень дозволить забезпечити своєчасність постачання, збереження якості продукції та підвищення загальної ефективності функціонування логістичних систем.

1. Крикавський Є. В. Логістика : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2004. 448 с.
2. Логістика: теорія та практика : навч. посіб. / В. М. Кислий, О. А. Біловодська, О. М. Олефіренко, О. М. Смоляник. Київ : ЦУЛ, 2022. 360 с.
3. Christopher M. Logistics & Supply Chain Management. 5th ed. Harlow : Pearson Education, 2016. 328 p.
4. Rushton A., Croucher P., Baker P. The Handbook of Logistics and Distribution Management. 6th ed. London : Kogan Page, 2017. 704 p.
5. Gevaers R., Van de Voorde E., Vanelander T. Characteristics of innovations in last-mile logistics. *European Transport*. 2011. № 47. P. 1–20.
6. Taniguchi E., Thompson R. G., Yamada T. City Logistics: Network Modelling and Intelligent Transport Systems. Oxford : Elsevier, 2001. 312 p.
7. McKinnon A. Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics. 3rd ed. London : Kogan Page, 2015. 448 p.

УДК 656.13

ОСОБЛИВОСТІ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ ФОРМОУТВОРЕННІ V-ПОДІБНИХ ПРУЖИН ПРУЖНИХ МУФТ

Батейко Максим

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Стрілець О. Р.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Пружні елементи муфт широко застосовуються у приводах транспортних машин, зокрема автомобільного та спеціалізованого транспорту, де вони забезпечують передачу обертового моменту з одночасною компенсацією динамічних навантажень, ударів та зміщень валів. У контексті розвитку сучасних та перспективних конструкцій засобів транспорту підвищення надійності та довговічності таких елементів є важливим чинником забезпечення ефективності експлуатації транспортних систем та зниження витрат на їх обслуговування. Особливо критичними є V-подібні ділянки пружин, де виникають максимальні згинальні напруження та можливі локальні концентрації деформацій [1; 2].

Аналіз існуючих технологій показує, що більшість методів виготовлення пружин орієнтовані на прості геометричні форми (гвинтові або циліндричні), тоді як формування профільних елементів зі змінною кривизною супроводжується значними труднощами [3; 5]. Основними проблемами є пружне повернення, нерівномірність пластичної деформації та відсутність ефективних методів керування локальною геометрією [6].

Процес формоутворення V-подібної пружини базується на пластичному згинанні, яке описується положеннями теорії згину балок [7]. При цьому деформації по товщині заготовки розподіляються нерівномірно: зовнішні волокна зазнають розтягу, а внутрішні – стиску. Максимальні деформації виникають на поверхні матеріалу і залежать від радіуса згину [7; 8].

Зменшення радіуса згину призводить до різкого зростання деформацій, що може викликати перевищення межі текучості, утворення тріщин і втрату точності [5; 8]. Це підтверджується графічною залежністю, наведеною на рис., де показано інтенсивне зростання деформації при малих радіусах згину.

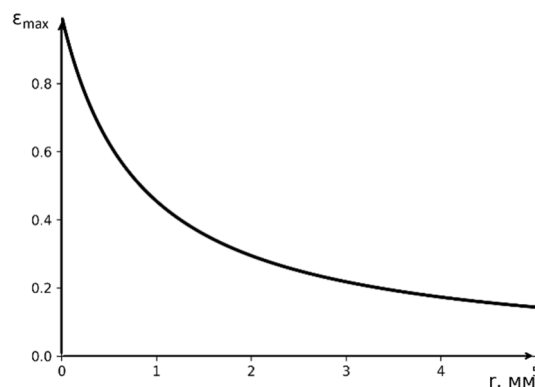


Рисунок. Залежність максимальної деформації заготовки від радіуса згину

Додатковим фактором є пружне розвантаження після зняття навантаження, яке призводить до зміни кута згину. Для сталей ця похибка може становити кілька градусів, що суттєво впливає на точність геометрії пружини [6; 9]. Врахування цього явища є необхідним при проектуванні технологічного процесу.

Зниження рівня деформацій може бути досягнуте шляхом збільшення ефективного радіуса згину, зокрема за рахунок використання додаткових елементів, таких як ролики у зоні контакту. Це забезпечує більш рівномірний розподіл напружень та зменшує ризик руйнування матеріалу [2].

Також, суттєвий вплив на процес формоутворення V-подібних пружин мають технологічні параметри, які визначають характер пластичної деформації та кінцеві властивості виробу. До таких параметрів належать швидкість деформації, температурний режим, умови тертя між заготовкою та інструментом, а також механічні характеристики матеріалу [10].

Зі збільшенням швидкості деформації зростає опір матеріалу пластичному плину, що може призводити до підвищення напружень та ризику утворення тріщин у зонах концентраторів [10]. Водночас надто низькі швидкості формоутворення сприяють розвитку релаксаційних процесів, що може впливати на стабільність геометрії виробу. Таким чином, вибір оптимальної швидкості є компромісом між технологічністю процесу та якістю пружини.

Температурний фактор також відіграє важливу роль. Формоутворення при підвищених температурах дозволяє зменшити межу текучості матеріалу та забезпечити більш рівномірний розподіл деформацій, однак супроводжується зниженням точності через теплові деформації. Холодне формування, навпаки, забезпечує високу точність, але призводить до накопичення залишкових напружень [10; 11].

Окрему увагу слід приділити умовам тертя у зоні контакту інструменту із заготовкою. Високий коефіцієнт тертя призводить до нерівномірного розподілу деформацій та локального перегріву матеріалу, що негативно впливає на якість поверхні та точність профілю [10]. Застосування мастильних матеріалів дозволяє зменшити ці ефекти та підвищити стабільність процесу.

З огляду на складність процесу формоутворення доцільним є застосування чисельного моделювання, зокрема методів скінченних елементів. Такий підхід дозволяє оцінити розподіл напружень і деформацій, спрогнозувати пружне повернення, а також оптимізувати геометрію інструменту та режими обробки без проведення великої кількості експериментів [11; 12].

Таким чином, урахування технологічних параметрів та використання сучасних методів аналізу дозволяє підвищити ефективність виготовлення V-подібних пружин та забезпечити необхідні експлуатаційні характеристики виробів.

1. Малащенко В. О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків : навч. посіб. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2006. 196 с.
2. Нові муфти механічних приводів машин : монографія. / В. О. Малащенко, В. М. Стрілець, О. Р. Стрілець, В. А. Федорук. Рівне : НУВГП, 2019. 198 с.
3. Попов А. Ф. Основи слюсарної справи : навч. посіб. Чернівці : Букрек, 2020. 224 с.
4. Муфта пружна двостороння: пат. № 154151 України. 2023.
5. Prawoto Y. Fracture mechanics approach to splitting in low spring index cold coiling process. *Journal of Failure Analysis and Prevention*. 2019. Vol. 19. Pp. 738–751.
6. Jianjun W. U. An improved procedure for manufacture of 3D tubes with springback concerned in flexible bending process. *Chinese Journal of Aeronautics*. 2021. Vol. 34. Pp. 267–276.
7. Шваб'юк В. І. Опір матеріалів : підручник. К. : Знання, 2016. 400 с.
8. Gao G. A closed-form design method for U-shaped springs in aeroelastic modeling. *arXiv*. 2025.
9. Стрілець В. М., Федорук В. А., Стрілець О. Р., Герасимчук А. Л. Муфти з підковоподібними радіальними пружинами та їх розрахунків. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2011. Вип. 3 (55). С. 93–108.
10. Kalpakjian S. *Manufacturing Engineering and Technology*. Pearson, 2023. 1313 p.
11. Wagoner R. H., Chenot J.-L. *Metal Forming Analysis*. Cambridge University Press, 2001.
12. Belytschko T. *Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures*. Wiley. 2014.

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Браценюк Анастасія

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Транспорт є однією з найважливіших галузей економіки, адже він покликаний задовольняти потреби населення та суспільного виробництва в перевезеннях, суттєво впливаючи на розвиток економіки. З кожним роком в Україні зростає потреба у вантажних та пасажирських автомобільних перевезеннях у зв'язку з розширенням торговельно-економічних зв'язків як у межах країни, так і за кордоном. Паралельно збільшується попит на легкові автомобілі, значна частина яких імпортується у вживаному стані. Це призводить до зростання загальної чисельності автомобільного парку, що, своєю чергою, збільшує кількість пожеж як в абсолютному, так і у відносному значенні.

В Україні, як і у світі, спостерігається тенденція до зростання кількості пожеж на транспорті. За останні п'ятнадцять років виникло близько 50 тисяч пожеж на автотранспорті, внаслідок яких загинуло 546 осіб та постраждало 1582 [1]. Прямі матеріальні збитки від цих пожеж становлять майже 1 мільярд гривень. Пожежі на транспортних засобах відносяться до категорії важких аварій і часто призводять до травматизму та людських жертв.

Однією з найпоширеніших причин виникнення пожеж є пожежонебезпечні режими роботи бортової електромережі, які становлять близько 35% випадків [1]. Сучасні автомобілі оснащуються дедалі більшою кількістю електронних систем для підвищення комфорту та безпеки, що ускладнює та розширює електромережу транспортних засобів і водночас збільшує ризик займання. До інших причин належать технічні несправності, витік пального, недотримання правил експлуатації, а також умисні підпали.

Пожежна безпека транспорту є ключовим аспектом дорожньої та громадської безпеки. Водії, пасажирів та власники транспортних засобів повинні постійно враховувати ризики та дбати про наявність пожежного інвентарю, регулярне технічне обслуговування й дотримання правил експлуатації.

Нормативну основу забезпечення пожежної безпеки становлять Правила пожежної безпеки для підприємств і організацій автомобільного транспорту України (НАПБ В.01.054-2015/510) [2]. Вони розроблені відповідно до Кодексу цивільного захисту України та встановлюють вимоги з урахуванням особливостей експлуатації колісних транспортних засобів, систем протипожежного призначення, засобів пожежогасіння, а також утримання виробничих приміщень і територій підприємств. Дія цих Правил поширюється на всі суб'єкти господарювання, які експлуатують транспортні засоби. Відповідальність за організацію заходів пожежної безпеки покладається на керівників підприємств або уповноважених ними осіб. Працівники зобов'язані виконувати вимоги правил та діяти відповідно до встановлених процедур у разі виникнення пожежі. Крім того, будівлі та споруди повинні відповідати чинним нормам пожежної безпеки, а суб'єкти господарювання подають декларацію відповідності матеріально-технічної бази вимогам законодавства.

Перед тим, як перейти до засобів пожежного захисту, варто розглянути основні ризики та причини виникнення пожеж у транспортних засобах. Усвідомлення джерел можливих загроз допомагає ефективніше організувати заходи безпеки.

Одним із головних чинників є електричні системи. Несправності в електрообладнанні можуть спричинити коротке замикання, що нерідко стає причиною займання. Особливу увагу

слід приділяти стану ізоляції проводів, контактів та справності приладів запалювання, освітлення й сигналізації. Іскріння контактів необхідно негайно усувати, адже воно може призвести до пожежі.

Не менш небезпечними є паливні системи. Витік пального, несправності паливного бака чи системи живлення створюють серйозну загрозу. Важливо пам'ятати, що заповнений паливний бак менш вибухонебезпечний, ніж частково порожній, де утворюється суміш парів бензину й повітря. Тому горловини баків слід щільно закривати, а самі баки утримувати у справному стані.

Важливим чинником є технічний стан транспорту. Регулярне обслуговування автомобілів та громадського транспорту значно знижує ризик виникнення пожеж. Несправності систем живлення й запалювання, а також недбале ставлення до технічного огляду можуть стати причиною займання.

Не можна недооцінювати і людський фактор. Куріння в салоні, недбале використання пального, порушення правил безпеки під час експлуатації транспорту часто стають джерелом пожеж. Додатково небезпеку становлять роботи з відкритим вогнем, такі як зварювання чи розігрів вузлів автомобіля взимку [3].

Розглянувши потенційні загрози та причини виникнення пожеж у транспортних засобах, важливо наголосити на ролі пожежного інвентарю та спеціальних заходів захисту. Вогнегасники є першочерговим засобом безпеки, який повинен бути в кожному автомобілі. Сучасні моделі транспорту дедалі частіше оснащуються автоматичними системами пожежогасіння, що дозволяє швидко реагувати на займання в моторному відсіку чи інших небезпечних зонах. Використання вогнетривких матеріалів у конструкції автомобілів також значно знижує ризик поширення пожежі.

Не менш важливим є пожежний захист у громадському транспорті. Автобуси, поїзди та інші великі транспортні засоби повинні відповідати вимогам щодо перевезення горючих речовин, бути обладнаними пожежними стендами та огорожами, які зменшують поширення вогню. Водії та персонал мають бути навчені діям у випадку пожежі, а пасажери — ознайомлені з планами евакуації.

Пожежна безпека транспорту – це комплексна система, яка включає технічні засоби, організаційні заходи та людський фактор. Її ефективність залежить від відповідальності власників і водіїв, від дотримання правил експлуатації та від оснащення транспортних засобів сучасними засобами пожежного захисту. Лише поєднання цих складових здатне забезпечити належний рівень безпеки, зберегти життя та здоров'я людей і мінімізувати матеріальні втрати [3].

До основних причин загорянь на автотранспорті належать:

- порушення герметизації комунікацій і займання пального при контакті з поверхнями високої температури (вихлопні колектори, глушники, опалювачі);
- займання палива від іскри при ударі металевих деталей під час аварії;
- займання від розряду статичної електрики;
- несправності електрообладнання (коротке замикання, порушені контакти);
- займання від відкритого вогню (зварювальні роботи, куріння, розігрів вузлів).

Пожежна безпека транспортних засобів передбачає суворе дотримання правил експлуатації та організацію заходів, спрямованих на запобігання виникненню загорянь [4].

Під час огляду та ремонту двигунів, коробок передач та інших агрегатів категорично забороняється користуватися відкритим вогнем. Для освітлення застосовують переносні електричні лампи, захищені металевою сіткою. Акумуляторні батареї слід знімати обережно, щоб уникнути іскріння, а всі струмопровідні з'єднання необхідно захищати від випадкового контакту з металевими предметами.

У гаражах та місцях стоянки автомобілів забороняється використовувати бензин чи гас для миття рук, одягу або деталей. Розлиті легкозаймисті рідини потрібно негайно засипати

піском і виносити у безпечне місце. Промаслені ганчірки не можна залишати в кабінах чи приміщеннях – їх слід складати у металеві ящики з кришками та регулярно виносити.

На стоянках і в гаражах не допускається зберігання легкозаймистих рідин, небезпечних вантажів чи захаращення проїздів. У кожному господарстві мають бути розроблені плани евакуації автомобілів на випадок пожежі, які регулярно відпрацьовуються з водіями та персоналом.

У випадку загоряння автомобіля в дорозі водій повинен негайно вимкнути запалення, зупинити транспортний засіб та забезпечити евакуацію пасажирів. Гасіння пожежі починають із пролитого пального під автомобілем, а при відкриванні капота слід діяти швидко, адже інтенсивність горіння зростає.

Ефективність гасіння залежить від оперативності дій водія та правильного використання вогнегасника. Найбільший ефект досягається при одночасному застосуванні кількох вогнегасників та допоміжних засобів – піску, снігу чи коши. Гасити пожежу слід з навітряної сторони, спрямовуючи струмінь на поверхню, що горить.

Важливо правильно обирати тип вогнегасника. Водюю чи піною гасити паливо та масло неможливо, а пінні вогнегасники можуть спричинити коротке замикання. Найчастіше застосовують порошкові вогнегасники, які перекривають доступ кисню до полум'я. Також використовуються вуглекислотні вогнегасники, проте їх слід застосовувати з особливою обережністю через ризик обмороження та небезпеку для органів дихання.

Вогнегасники повинні бути сертифікованими в Україні та відповідати встановленим нормам. Купувати їх слід лише у спеціалізованих підприємствах із наявністю сертифікатів відповідності та якості продукції [4; 5].

Отже, підсумовуючи викладене, можна зробити висновок: пожежна безпека транспортних засобів є невід'ємною складовою безпечної експлуатації автомобілів та громадського транспорту. Вона охоплює як технічні аспекти – справність електро- та паливних систем, регулярне обслуговування, наявність сертифікованих вогнегасників, – так і організаційні заходи, включно з навчанням водіїв та планами евакуації. Лише комплексний підхід, що поєднує дисципліну, відповідальність і дотримання правил, здатен мінімізувати ризики та забезпечити захист життя, здоров'я людей і збереження майна.

1. Гаврилюк А. Ф. Пожежна безпека колісних транспортних засобів : монографія. Львів : ЛДУ БЖД, 2018. 182 с. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/5801/1/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F.pdf>. (дата звернення: 30.04.2026).

2. НАПБ В.01.054-2015/510 Правила пожежної безпеки для підприємств і організацій автомобільного транспорту України. Будстандарт, сервіс документів : вебсайт. URL: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=61530 (дата звернення: 30.04.2026).

3. Попередження пожеж на автотранспорті. Охорона праці і пожежна безпека : вебсайт. URL: <https://oppb.com.ua/articles/poperedzhennya-pozhezh-na-avtotransporti> (дата звернення: 30.04.2026).

4. Пожежна безпека в транспорті: головні ризики, захисне обладнання та поради водіям. Пожежна безпека України : вебсайт. URL: https://euroservis.com.ua/ua/pozharnaya-zashchita-v-transporte-kak-obespechit-bezopasnost-v-avtomobilyakh-i-obshchestvennom-transporte/?srsltid=AfmBOoo7yJHH7AvRjMY9OTE8vVIKLV9BpuEXiy6_UozGNeRg_IC_fx9H (дата звернення: 30.04.2026).

5. Про затвердження Правил пожежної безпеки для підприємств і організацій автомобільного транспорту України : наказ від 12 березня 2015 р. № 279/26724. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0279-15#Text> (дата звернення: 30.04.2026).

КЛАСТЕРНА МАРШРУТИЗАЦІЯ В МІСЬКІЙ ЛОГІСТИЦІ

Бровчук Максим

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – д.е.н., професор Никончук В. М.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Сучасні міські перевезення характеризуються високим рівнем складності, що зумовлено зростанням обсягів доставки, процесами урбанізації, перевантаженістю дорожньої мережі, а також обмеженістю транспортної інфраструктури. У таких умовах оптимізація логістичних процесів стає критично важливою для зниження витрат, скорочення часу доставки та мінімізації негативного екологічного впливу.

Кластерна маршрутизація (cluster-based routing) є одним із перспективних підходів до розв'язання задачі маршрутизації транспортних засобів, оскільки дозволяє розбити складну транспортну систему на менші, більш керовані підзадачі. Такий підхід значно спрощує обчислювальний процес та підвищує ефективність прийняття логістичних рішень. Наукові дослідження підтверджують, що застосування кластеризації дозволяє зменшити обчислювальну складність задачі та значно прискорити пошук оптимальних або близьких до оптимальних рішень. Крім того, у міській логістиці кластерні методи сприяють скороченню витрат, часу доставки та кількості залучених транспортних засобів, що підкреслює їхню практичну значущість [1].

Незважаючи на значний розвиток методів маршрутизації, існує ряд проблем, що ускладнюють їх застосування в реальних умовах. По-перше, класичні задачі маршрутизації транспортних засобів належать до класу NP-складних задач, що ускладнює їх розв'язання для великих міських систем. По-друге, обробка великої кількості клієнтів і динамічних замовлень у режимі реального часу потребує значних обчислювальних ресурсів [2]. По-третє, суттєвий вплив мають фактори міського середовища, такі як затори, часові вікна доставки, екологічні обмеження та регуляторні вимоги. Окрім цього, виникає необхідність балансування між мінімізацією витрат і підвищенням рівня сервісу. Важливою проблемою також є визначення оптимальної кількості кластерів, що безпосередньо впливає на якість сформованих маршрутів. Додатково актуальним залишається питання інтеграції кластерних підходів із сучасними технологіями, зокрема штучним інтелектом, машинним навчанням та метаевристичними алгоритмами.

Застосування методів кластеризації, зокрема методу k -середніх та нечіткої кластеризації, дозволяє враховувати географічну близькість клієнтів, особливості транспортної мережі та ресурсні обмеження. Метод k -середніх забезпечує чітке розбиття множини клієнтів на окремі кластери, тоді як нечітка кластеризація дозволяє враховувати ситуації, коли клієнти можуть належати до кількох кластерів одночасно [3]. Це є особливо важливим в умовах динамічних міських перевезень, де межі обслуговування можуть змінюватися залежно від ситуації. Поєднання методів кластеризації з алгоритмами оптимізації маршрутів сприяє формуванню більш ефективних транспортних схем.

Особливу увагу в дослідженні приділено аналізу застосування кластерної маршрутизації на прикладі моделювання процесу доставки в умовах міської транспортної системи. Вихідні дані включають центрально розташований склад та множину клієнтів із різними координатами і обсягами замовлень. Така постановка задачі дозволяє оцінити вплив просторового розміщення клієнтів на формування маршрутів останньої милі.

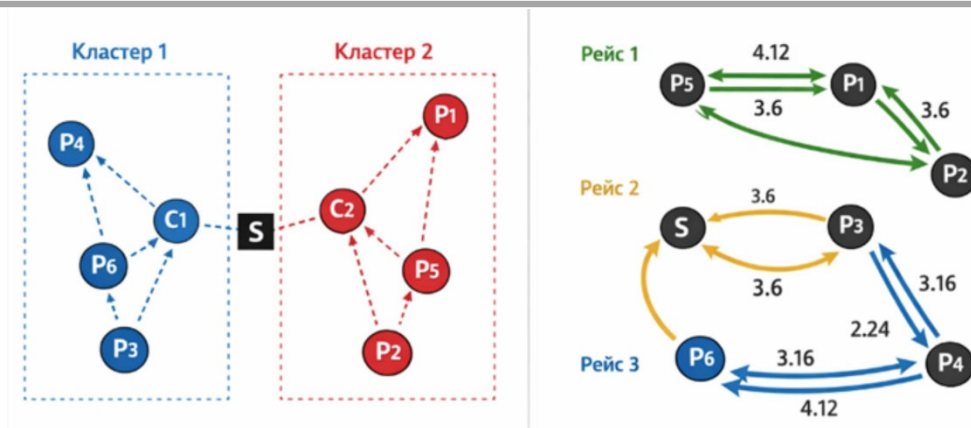


Рисунок. Схема кластеризації точок доставки та варіанти маршрутів

На рисунку представлено результати кластеризації точок доставки та побудови маршрутів. Ліва частина схеми ілюструє процес групування точок на два кластери. Перший кластер (P4, P6, P3) характеризується більш компактним розміщенням точок, що дозволяє організувати ефективний маршрут із мінімальними відстанями між пунктами. Другий кластер (P1, P2, P5) є більш розосередженим, однак також формує логічну групу для побудови маршруту. Центральною точкою виступає склад (S), який виконує роль логістичного хабу та є початковою і кінцевою точкою для всіх маршрутів. Кластеризація дозволяє розділити загальну задачу маршрутизації на декілька менших підзадач, що спрощує планування перевезень. Права частина рисунка відображає сформовані маршрути для кожного кластера. Для кожного рейсу наведено послідовність відвідування точок та відповідні відстані між ними. Зокрема, видно, що розподіл на кластери дозволяє скоротити сумарний пробіг та оптимізувати навантаження на транспортні засоби. Найбільш ефективним є варіант маршруту, в якому мінімізується загальна відстань пересування при збереженні кількості рейсів.

Узагальнення результатів моделювання показує, що застосування кластерного підходу дозволяє скоротити сумарну довжину маршрутів орієнтовно на 10-20% порівняно з неструктурованим обслуговуванням точок доставки. При цьому спостерігається зменшення кількості повторних переміщень між віддаленими зонами міста та більш рівномірний розподіл навантаження між транспортними засобами. Отримані результати мають оціночний характер, проте підтверджують доцільність використання кластеризації як ефективного інструменту оптимізації логістичних процесів.

Додатковим фактором, що впливає на ефективність, є вагові обмеження. Аналіз показує, що навіть за оптимального просторового групування клієнтів маршрути можуть бути обмежені вантажопідйомністю транспорту. Це призводить до необхідності формування додаткових маршрутів або перегляду структури кластерів. Таким чином, задачі кластеризації та маршрутизації є взаємопов'язаними і повинні розглядатися комплексно.

Таким чином, кластерна маршрутизація є ефективним інструментом організації міських перевезень, що дозволяє підвищити ефективність логістичних процесів, знизити витрати та покращити якість обслуговування.

1. Carter L. MySQL for data management in logistics. *Database Trends and Applications*. 2021. Vol. 19, No. 2. P. 45–60.

2. Гаврилюк О. О. Методи кластеризації в задачах логістики. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2021. № 3. С. 45–52.

3. Кластеризація в управлінні глобальними ланцюгами постачання. *DSI Management*. 2023. URL: <https://dsim.khmnpu.edu.ua/index.php/dsim/article/view/73> (дата звернення: 12.12.2024).

ІНТЕГРАЦІЯ ЗАСОБІВ МІКРОМОБІЛЬНОСТІ В ТРАНСПОРТНУ СИСТЕМУ МІСТА РІВНЕ

Бурчення Анна

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – д.е.н., професор Никончук В. М.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Мікромобільність є відносно новим напрямом розвитку міських транспортних систем, що охоплює використання малогабаритних індивідуальних транспортних засобів для здійснення коротких поїздок у межах урбанізованого середовища. До таких засобів належать велосипеди, електровелосипеди, електросамокати, моноколеса та інші подібні пристрої, які характеризуються низьким рівнем енергоспоживання, компактністю та високою маневреністю. Як правило, мікромобільність орієнтована на подолання невеликих відстаней і є ефективною альтернативою традиційним видам транспорту в умовах щільної міської забудови.

Роль мікромобільності в сучасних міських транспортних системах полягає у підвищенні загальної ефективності перевезень і формуванні сталого міського середовища. Вона сприяє зменшенню транспортного навантаження на вулично-дорожню мережу, скороченню заторів та зниженню рівня шкідливих викидів у атмосферу [1]. Крім того, мікромобільність забезпечує вирішення проблеми «останньої милі», забезпечуючи зручне та швидке сполучення між вузлами громадського транспорту та кінцевими пунктами призначення. Проте в умовах українських міст, зокрема Рівного, потенціал мікромобільності залишається не до кінця реалізованим через інфраструктурні та логістичні бар'єри, що зумовлює необхідність детального аналізу їхньої інтеграції в існуючу транспортну мережу.

Транспортна система міста Рівне є важливою складовою міської інфраструктури, що забезпечує функціонування економіки, соціальної сфери та повсякденну мобільність населення. Вона сформована з урахуванням територіальних особливостей міста, його компактної забудови та відносно невеликої площі, що сприяє ефективній організації перевезень. Основною метою функціонування транспортної системи є задоволення потреб населення у перевезеннях при мінімальних витратах часу та ресурсів.

До структури транспортної системи м. Рівне входять кілька взаємопов'язаних елементів. Провідну роль відіграє міський пасажирський транспорт, який представлений тролейбусами, автобусами та маршрутними таксі. Тролейбусний транспорт є ключовим екологічним видом перевезень, що забезпечує значну частину пасажиропотоку. Автобуси різної місткості доповнюють тролейбусну мережу, охоплюючи райони, де відсутня контактна мережа. Маршрутні таксі виконують допоміжну функцію, забезпечуючи транспортне обслуговування менш завантажених або віддалених напрямків. Значну частку перевезень також здійснює індивідуальний транспорт, зокрема легкові автомобілі, а також поступово розвиваються засоби мікромобільності, такі як велосипеди та електросамокати [3].

З технічної точки зору транспортна система Рівне характеризується наявністю сучасного рухомого складу, зокрема низькопідлогових автобусів і тролейбусів, що підвищують доступність транспорту для маломобільних груп населення. У місті функціонує значна кількість автобусів різних марок, а тролейбусна мережа залишається важливим елементом екологічно орієнтованого транспорту. Впроваджуються сучасні технології, такі як електронний квиток і системи моніторингу руху транспорту. Водночас реалізуються заходи,

спрямовані на підвищення ефективності функціонування транспортної системи, зокрема розвиток громадського транспорту та впровадження принципів сталої мобільності.

У місті Рівне взаємодія мікромобільності з громадським транспортом перебуває на етапі становлення. Рівень інтеграції поки що є обмеженим через недостатню кількість спеціалізованої інфраструктури, зокрема велодоріжок. Щодо взаємодії з пішохідним рухом у Рівне, спостерігається типова для середніх міст ситуація: відсутність чіткого розподілу простору між пішоходами та користувачами мікромобільних засобів у деяких районах призводить до потенційних конфліктів. Водночас у центральній частині міста створюються більш комфортні умови для пішохідного руху, що відкриває можливості для подальшого впровадження елементів сталої мобільності [4].

Інтеграція мікромобільності з автомобільним транспортом має більш складний характер, оскільки передбачає спільне використання дорожнього простору. У місті Рівне значна частина поїздок здійснюється легковими автомобілями, що створює підвищене навантаження на вулично-дорожню мережу. В умовах недостатньо розвиненої велосипедної інфраструктури користувачі мікромобільних засобів часто змушені рухатися або проїзною частиною разом з автомобілями, або тротуарами, що може знижувати рівень безпеки. Водночас розвиток мікромобільності здатен частково зменшити використання приватного автотранспорту, особливо для коротких поїздок.

Важливим аспектом інтеграції є організація транспортного простору. Для ефективної взаємодії необхідне впровадження виділених велодоріжок, зон спільного руху, облаштування місць для паркування велосипедів і самокатів, а також інтеграція їх у транспортно-пересадкові вузли. У місті Рівне такі заходи реалізуються поступово, однак потребують подальшого розвитку та системного підходу. Крім того, важливу роль відіграє впровадження сучасних технологій, зокрема електронних сервісів, які дозволяють планувати поїздки з використанням різних видів транспорту. Це створює передумови для формування мультимодальної транспортної системи, де мікромобільність виступає як повноцінний елемент.

Отже, інтеграція мікромобільності з автомобільним і громадським транспортом у місті Рівне перебуває на етапі розвитку. Незважаючи на наявні обмеження, вона має значний потенціал для підвищення ефективності транспортної системи, зменшення навантаження на дороги та покращення екологічної ситуації в місті.

1. Мікромобільність: огляд практик і рекомендації щодо повоєнної відбудови населених пунктів України : інформ.-аналіт. огляд / Д. М. Рославцев, М. В. Ольхова, Д. П. Понкратов та ін. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. 160 с.

2. Urban Mobility and Cycling Development Reports / European Cyclists' Federation. URL: <https://ecf.com/resources/reports> (дата звернення: 25.03.2026).

3. Теорія та практика розвитку транспортної системи та об'єктів транспортної інфраструктури : монографія / В. М. Никончук, М. Є. Кристопчук, І. О. Хітров та ін. Луцьк : Вежа-Друк, 2024. 172 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/29926> (дата звернення: 25.03.2026).

4. *Транспорт і інфраструктура. Rivnerada* : вебсайт. URL: <https://rivnerada.gov.ua/> (дата звернення: 25.03.2026).

МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК СУДЕН

Вакарук Артем

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Худяков І. В.

*Херсонська державно морська академія,
вул. Канатна, 99, м. Одеса, 65039*

Однією з важливих передумов забезпечення технічної безпеки плавання є моніторинг параметрів суднових дизелів (головних і допоміжних) в процесі їх експлуатації. Інформація про поточні значення параметрів робочого процесу суднових дизелів під час експлуатації дозволяє обслуговуючому персоналу підтримувати нормальний технічний стан дизелів і попереджати виникнення аварійних ситуацій. На експлуатованих в даний час річкових суднах моніторинг параметрів двигунів найчастіше зводиться до періодичного контролю тисків і температур – за допомогою максиметра персонал визначає максимальні значення тисків газів по циліндрах (p_{max}) або тиску в кінці процесу стиснення (p_c) при відключеному подачі палива. Крім p_{max} , p_c , температур води і масла, можна виділити цілий ряд інших параметрів, моніторинг яких під час експлуатації дає можливість здійснювати більш якісний контроль робочого процесу дизеля і виробляти точне регулювання окремих вузлів [1].

До теперішнього часу більшість систем моніторингу суднових двигунів внутрішнього згоряння (СДВЗ) було спроектовано як єдиний програмно-апаратний комплекс, що виробляє запис параметрів і частковий розрахунок робочого процесу в режимі реального часу. Найбільш характерними системами такого типу є NK-5, NK-100, NK-200 фірми Autronica A / S, а також ряд аналогічних систем, розроблених компаніями Terasaki Electric Co., Ltd, Konsberg, JRCS, Hyundai, Samsung, Honeywell, Sulzer [2]. Системи такого типу покликані вирішувати два завдання: отримання даних в реальному часі і частковий розрахунок робочого процесу, що дозволяє виробникам випускати завершення комплекси моніторингу СДВЗ і надавати технічного персоналу судна великий обсяг інформації, необхідної для якісної технічної експлуатації двигунів. Однак такий підхід до вирішення завдання моніторингу СДВЗ має ряд недоліків:

- недостатньо повне (неточне) моделювання робочого процесу;
- в якості вихідних даних використовується обмежена кількість вимірюваних параметрів;
- не виявляються прогнозуючі тренди технічного стану двигуна;
- з'єднання вимірювальної та розрахункової частин систем моніторингу ДВС значно збільшує їх складність; для передачі сигналів від двигуна до обчислювального комплексу використовуються довгі кабельні лінії; встановлюються додаткові підсилювачі і перетворювачі сигналів, що знижує надійність функціонування системи в цілому;
- вартість систем подібного типу залишається вельми високою, оскільки складається з вартості не тільки датчиків і первинних перетворювачів, а й усього проміжного обладнання, включаючи вартість обчислювального комплексу і програмного забезпечення. Крім того, комп'ютери в таких системах задіяні тільки для вирішення завдання моніторингу СДВЗ [1].

Розглянемо системи діагностики середньо- і високооборотних двигунів (СОД і ВОД), що застосовуються в даний час.

Система CEDC фірми «Зульцер» (Швейцарія) призначена для діагностування циліндропоршневої групи (ЦПГ), ПА, турбокомпресора, охолоджувача наддувочного повітря (ОНП). Ця система встановлена на дизелях типу 6RND-90 теплохода «Віллі де Страсбург» (Франція). Діагностична система на базі міні-ЕВМ аналізує поточні параметри дизеля і його

технічний стан. При зміні діагностичних параметрів проводиться аналіз тенденцій їх зміни в часі і встановлюється необхідний термін перебирання вузла.

Попереджувальний сигнал в системі виробляється не за абсолютною, а за відносною величиною параметра, яка зберігається в пам'яті ЕВМ, а також на магнітній стрічці [3].

Система СИПВА фірми «Зульцер» забезпечує безперервне вимірювання і реєстрацію зносу верхнього поршневого кільця дизеля, а також зазначає обертання кілець або його відсутність. Датчики – індуктивні. Верхні поршнєві кільця головного двигуна спеціальної конструкції. Датчики встановлюються в наскрізних свердліннях втулки врівень з її робочою поверхнею. Обчислювальний пристрій за визначеними програмами оцінює загальний технічний стан дизеля і залишковий ресурс деталей ЦПГ, рекомендує час чергового профілактичного обслуговування. Діагностична система може бути з'єднана зі штатними системами управління і регулювання – регулятор «Вудвард», системою регулювання циркуляційної і циліндричної мастила – і брати участь в загальному процесі автоматичного регулювання режиму роботи дизеля, аж до аварійної зупинки його в разі небезпечного виходу за норму будь-яких контрольованих параметрів, в тому числі в системах підготовки палива і масла, охолодження і т. п. [3].

Система DETS фірми «Норконтрол» (Норвегія) являє собою вимірювальний комплекс, що дає інформацію про систему впорскування палива та процесу згоряння в дизелі у вигляді роздрукованих значень параметрів і графіків. Система використовує два датчики (тиску уприскування палива і тиску в циліндрі) п'єзоелектричного типу. Два магнітні датчики дають інформацію про кут ПКВ і частоту обертання. Додатково встановлюється датчик тиску продувочного повітря. Реєструються такі характерні параметри: p_i , p_c , p_{max} , тиск розширення в точці 40° після ВМТ, момент максимального тиску, град, ПКВ; різниця між найбільшим і найменшим значеннями p_i протягом п'яти ходів поршня. Для візуального контролю будується діаграма тиску стиснення в зоні ВМТ і крива тиску впорскування [3].

Система PED фірми «Пілстік» (Франція) вперше була встановлена на дизелі 18PC2-5V теплохода «Ренор». За допомогою системи діагностуються середньооборотні дизелі фірми «СЕМТ-Пілстік» серій PC-2, PC-3, PC-4. Діагностичною системою контролюється стан корінних підшипників колінчастого вала і верхнього поршневого кільця, агрегатів турбокомпресора. Датчики системи вимірюють такі параметри: температуру і тиск за ОНВ, температуру охолоджуючої води на вході в ОНВ, тиск повітря за турбокомпресором, положення рейок паливних насосів високого тиску (ТНВД), частоту обертання ротора турбокомпресора, вібрацію підшипників турбокомпресора з видачею попереджувальних сигналів при підвищеній вібрації за допомогою датчика стану підшипників (безконтактного датчика переміщення). Датчик дає можливість виявити порушення центрування колінчастого вала. Стан верхнього кільця контролюється індуктивним датчиком «Ніппо» [3].

Система «Віброметр» фірми «Віброметр» (Швейцарія) діагностує такі вузли: ЦПГ, системи упорскування палива, турбокомпресора, поршневих кілець. Діагностична система випробовувалася на дво- і чотиритактних малооборотних дизелях, СОД і ВОД. Діагностична система контролює такі вузли дизеля: поршень (поява стукотів, задираки); клапани, деталі клапанних приводів (розподільний вал, коромисло і т. д.) ТНВД; підшипники (знос), а також такі параметри, як частота і напрямок обертання колінчастого вала, p_{max} і характеристики впорскування. У діагностичній системі використовуються п'єзоелектричні датчики, які збирають інформацію про акустичні сигнали, після обробки яких робиться висновок про нормальний або аномальними стані вузлів. П'єзоелектрична система оцінки звукових хвиль «Ніссен» включає п'єзоелектричний акселерометр, який виявляє неузгодженість ротора і знос підшипників турбокомпресора. Стан поршневих кілець контролюється за допомогою датчика «Ніппо». Інформація виводиться на дисплей [3].

Система МЕКОМ фірми «Статронік» (Норвегія) призначена для діагностування дизелів, турбін, котлів, з її допомогою реєструються наступні параметри: рівень вібрації механізмів,

температури підшипників турбін, втулок циліндрів, температура випускних газів, тиск в різних точках газоповітряного тракту [3].

Сучасні діагностичні системи дизелів контролюють зміну тиску в циліндрах в залежності від часу, кута ПКВ або ходу поршня. Діаграма $p_c = f(\varphi_{ПКВ})$ зображується на екрані осцилоскопа і вводиться в пам'ять ЕВМ для подальшого аналізу, в процесі якого встановлюються величини p_i , p_c , p_{max} , кут ПКВ, якому відповідав би максимальний тиск в циліндрі. Значення цих параметрів, а також інших, що мають відношення до робочого процесу (тиск і температура наддувочного повітря, частота обертання колінчастого вала), виводяться або можуть бути викликані на дисплей (табло) пристрої. Так працює прилад НК-2, що входить в діагностичну систему фірми «Аутроніка» (Норвегія), АСЕА (Швеція) і ін. [3]. Системи «Комос-D1, -D2, -D3, -D4» фірми МН1 (Японія), що використовують електронно-променеву трубку і систему діалогу, призначені для діагностування головного і допоміжних двигунів. Вимірювані значення порівнюються з еталонними, що зберігаються в пам'яті ЕВМ [3].

З представленого аналізу діагностичних систем ДВС можна зробити наступні висновки:

- в даний час кожен виробник СДВЗ в першу чергу стурбований моніторингом параметрів (діагностикою) тільки свого двигуна, універсальні системи моніторингу для двигунів будь-яких моделей не створюються;

- установка спеціалізованих діагностичних комплексів здійснювалася на СДВЗ досить високої потужності, застосовуваних на морських судах; на річкових суднах та суднах змішаного (річка-море) плавання такі системи дотепер не застосовувалися. Технічна діагностика двигунів на судах з класом Річкового реєстру зводиться до зняття індикаторних гребінок, теплотехнічного контролю і подальшої «ручний» обробці отриманих результатів судовими механіками, або теплотехнічними партіями. Однак досягнення технічного прогресу і встановлені Урядом України орієнтири вимагають перегляду підходів в області технічної діагностики судових технічних засобів на внутрішньому водному транспорті, тим більше що прогрес в галузі управління об'єктами СЕУ і діагностики їх технічного стану неминуче вимагатиме переходу організацій за класифікацією на новий рівень [4–6].

На підставі виконаного аналізу можна констатувати, що в даний час рішення задачі технічної діагностики судових двигунів, а отже, і інших, менш складних об'єктів СЕУ річкових суден, стає можливим, оскільки сучасні електронні системи управління дозволяють здійснювати безперервний моніторинг технічних параметрів. У зв'язку з цим використання спеціалізованих діагностичних комплексів стає неактуальним, тому що інформація, яка отримана від електронних систем управління двигуном і іншими об'єктами СЕУ, може оброблятися центральним комп'ютером управління або комп'ютером машинного відділення з метою управління та діагностування всієї СЕУ [6], а не тільки її окремих об'єктів.

1. Іванівський В. Г., Варбанец Р. А. Моніторинг робочого процесу судових дизелів в експлуатації. *Двигуни внутрішнього згоряння*. 2004. № 2. С. 138–141.

2. Варбанец Р. А., Івановський В. Г. Система роздільного моніторингу СДВС. *Вісник Одеського національного морського університету*. 2002. № 9. С. 239–244.

3. Єриганов О. В. Автоматизовані системи діагностики судових двигунів у реальному часі. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2025. Вип. 1(95). С. 121–126. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.4.1.16>

4. Особливості формування та аналізу інформаційних структур системи моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів у взаємодії з тахографом / Худяков І. В., Симоненко Р. В., Манжелей В. С., Черненко В. В. Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики : монографія / за ред. проф. І. Грицука. Херсон : ХДМА, 2019. С. 250–259.

5. Шостак В. П., Кісетов Ю. В. Практична підготовка судових механіків : навч. посіб. Миколаїв : НУК і ФОП Ємельянова Т.В., 2020. 199 с.

6. Воїнов О. П., Елькін Ю. Г. Часткове оновлення – інструмент підвищення екологічної ефективності зношених енергетичних об'єктів. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. 2021. № 4(8). С. 47–51. <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2021.04.07>.

БЕЗПЕКА ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Вовчок Софія

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Перевезення небезпечних вантажів займає важливе місце у транспортній системі кожної держави. Щодня автомобільним, залізничним, морським та авіаційним транспортом доставляють паливо, газ, нафтопродукти, хімічні речовини, добрива, медичні препарати та інші матеріали, які необхідні для роботи підприємств і забезпечення потреб населення. Без таких перевезень неможлива стабільна робота промисловості, лікарень, енергетики та сільського господарства. Проте через свої властивості ці вантажі можуть становити серйозну небезпеку, тому їх транспортування потребує особливої уваги та суворого контролю.

До небезпечних вантажів належать речовини та матеріали, які у разі пошкодження упаковки, витоку або неправильного перевезення можуть зашкодити людині, тваринам чи природі. Це вибухові речовини, різні види газів, бензин, дизельне паливо, кислоти, отруйні речовини, фарби, добрива, медичні та радіоактивні матеріали. Частина з них є легкозаймистими, інші можуть викликати отруєння або сильне забруднення території. Саме тому кожен вид такого вантажу перевозиться за окремими правилами.

Щоб уникнути небезпеки, існують спеціальні закони та міжнародні норми. В Україні діє Закон України «Про перевезення небезпечних вантажів», який визначає порядок організації таких перевезень. Для міжнародних маршрутів застосовуються правила ADR. У цих документах зазначено, який транспорт можна використовувати, як повинна виглядати упаковка, які документи має мати водій та хто несе відповідальність у разі порушення вимог [1; 2].

Однією з головних умов безпеки є справний транспортний засіб. Автомобілі, цистерни, контейнери чи залізничні вагони повинні регулярно проходити технічний огляд. Вони мають бути герметичними, надійними та спеціально обладнаними. Наприклад, транспорт для перевезення газу повинен витримувати високий тиск, а цистерни для пального повинні мати захист від займання. Якщо техніка несправна, це може призвести до витоку речовини, пожежі або вибуху [3].

Велике значення має стан шин, гальмівної системи, електрообладнання та систем охолодження транспорту. Навіть незначна технічна несправність під час перевезення небезпечного вантажу може спричинити серйозну аварію. Тому перевізники зобов'язані регулярно проводити огляди та ремонти техніки [3].

Дуже важливим є правильне пакування небезпечних вантажів. Упаковка повинна бути міцною, щільно закритою та стійкою до пошкоджень. Для окремих речовин використовують спеціальні металеві або пластикові контейнери, які не вступають у хімічну реакцію з вмістом. Якщо упаковка пошкоджена, це створює серйозну загрозу під час руху транспорту [2].

Крім пакування, велике значення має маркування вантажів. На упаковці та транспорті повинні бути спеціальні знаки, які попереджають про небезпеку. Наприклад, знак із полум'ям означає легкозаймисту речовину, знак із черепом попереджає про токсичність, а знак радіації – про радіоактивні матеріали. Завдяки цьому працівники екстрених служб можуть швидко зрозуміти ситуацію та правильно діяти у разі аварії [2].

Окрему увагу приділяють оформленню супровідних документів. Водій повинен мати документи, у яких зазначено назву вантажу, його кількість, клас небезпеки та порядок дій у разі надзвичайної ситуації. Відсутність документації ускладнює перевезення та роботу рятувальних служб.

Не менш важливою є підготовка працівників. Водії, експедитори, логісти та інші особи, які беруть участь у перевезенні, повинні проходити спеціальні курси. Вони мають знати правила безпеки, вміти користуватися вогнегасниками, захисними костюмами та аптечками, а також діяти у разі пожежі чи витоків небезпечної речовини. Неправильні дії персоналу можуть значно погіршити наслідки аварії [3].

Крім професійних знань, важливими є дисципліна та відповідальність працівників. Водій повинен дотримуватися швидкісного режиму, не порушувати маршрут і не залишати транспорт без нагляду. Навіть одна помилка може створити загрозу для багатьох людей [3].

Сьогодні безпеку перевезень підвищують сучасні технології. Багато транспортних компаній використовують GPS-системи, які дозволяють відстежувати маршрут транспорту в режимі реального часу. Також встановлюють датчики температури, тиску та рівня герметичності. Якщо виникає проблема, система одразу передає сигнал диспетчеру. Це допомагає швидко реагувати та запобігати надзвичайним ситуаціям [4].

Також використовуються системи відеоспостереження та електронного контролю доступу до вантажу. Це знижує ризик крадіжок, несанкціонованого відкриття контейнерів або втручання сторонніх осіб у процес перевезення.

Ще однією проблемою є недостатнє фінансування оновлення транспорту та інфраструктури. Не всі підприємства можуть дозволити собі сучасну техніку, нові контейнери чи автоматизовані системи контролю. Через це рівень безпеки може знижуватися.

Для України питання безпеки перевезень небезпечних вантажів має велике значення. Через територію країни проходять важливі міжнародні транспортні маршрути, перевозяться паливо, газ, хімічна продукція та інші необхідні ресурси. Тому держава повинна оновлювати транспортну інфраструктуру, покращувати законодавство, проводити перевірки та впроваджувати європейські стандарти безпеки [4].

Важливим напрямом є також підготовка нових фахівців, розвиток логістики та співпраця з міжнародними організаціями. Це дозволить переймати сучасний досвід та покращувати систему контролю перевезень в Україні.

Отже, безпечне перевезення небезпечних вантажів є важливою умовою захисту людей, природи та стабільної роботи економіки. Справний транспорт, правильне пакування, кваліфікований персонал, сучасний контроль і дотримання законів дозволяють значно знизити ризик аварій. У майбутньому цій сфері потрібно приділяти ще більше уваги, адже від неї залежить безпека суспільства та навколишнього середовища.

1. Про перевезення небезпечних вантажів : Закон України. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1644-14#> (дата звернення: 27.04.2026).

2. Правила та закони Про перевезення небезпечних вантажів. АДР ДНІПРО : вебсайт. URL: <https://adr.dp.ua/uk/blog-uk/pravila-ta-zakoni-pro-perevezennya-nebezpechnih-vantazhiv/> (дата звернення: 27.04.2026).

3. Про затвердження Положення про підготовку водіїв та інших фахівців автомобільної служби у Державній прикордонній службі України та допуск їх до керування транспортними засобами : наказ Адміністрації Державної Прикордонної Служби України від 26 жовтня 2005 р. № 792. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0074-06#> (дата звернення: 27.04.2026).

4. Автомобільні перевезення, безпека на транспортні, пункти пропуску та авіація. Міністерство розвитку громад та територій України : вебсайт. URL: <https://mindev.gov.ua/news/avtomobilni-perevezennia-bezpeka-na-transporti-punkty-propusku-ta-aviatsiia-kliuchovi-rezultaty-2025-roku-ta-planu-na-2026> (дата звернення: 27.04.2026).

ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАСАДИ СКЛАДСЬКОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Вознюк Назарій

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Швець М. Д.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Серед різноманіття видів логістичних послуг особлива роль належить складським послугам, оскільки переміщення товарних потоків в логістичних ланцюгах, мережах, каналах неможливе без концентрації і зберігання необхідних обсягів запасів товарно-матеріальних цінностей на різного роду складах [1].

Складський технологічний процес – це сукупність операцій, що послідовно виконуються і пов'язані з підготовкою до прийому вантажу по кількості і якості, його надходженням, переміщенням, розпаковкою, розміщенням на зберіганням, укладкою, відбіркою, комплектацією, підготовкою до відпуску і відпуском вантажу споживачу.

В свою чергу, складське господарство – це комплексна система, що включає склади, обладнання, транспортні мережі та ресурси для зберігання, обробки та обліку вантажів. Воно забезпечує безперервність виробництва, зберігання сировини, готового вантажу та її відвантаження споживачам.

Виходячи з цього ми можемо дати характеристику основним функціям складів. Це приймання вантажів та їх розміщення, зберігання та комплектація, облік та відвантаження.

До складської інфраструктури можна віднести: складські приміщення (склади загального призначення, зерносховища, холодильники), обладнання для навантаження/розвантаження та складську техніку. Основною метою створення складів є: створення запасів сировини, матеріалів та палива для безперебійної роботи підприємства.

Логістичний процес на складі відіграє роль управління логістичними операціями, які пов'язані із товаропереробкою та координацією підрозділів, які забезпечують ефективну діяльність складу [2].

Базою складського технологічного процесу є технологічні графіки, які передбачають виконання складських операцій в часі (на протязі зміни, доби). Ці графіки складаються для конкретних навантажувально-розвантажувальних постів і можуть бути: графіки роботи навантажувально-розвантажувальних механізмів; графіки прибуття покупців на склад або в зал товарних зразків для відбору вантажу; графіки роботи зони експедиції.

Основою цих графіків виступають технологічні карти конкретного навантажувально-розвантажувального поста. Для оптимальної організації роботи складу необхідно дотримуватись технологічних рекомендацій цих карт.

Технологічна карта – це форма документації, що відображає детальну поопераційну розробку складського технологічного процесу з вказанням технічних засобів, затрат часу і праці на його виконання. Технологічні карти складаються на весь процес переробки вантажу на складі або на окремі його етапи (надходження, відправка продукції). В них визначається: зміст роботи (перелік операцій, що виконуються); виконавці; перелік документів, що складаються по ходу технологічного процесу. Наприклад, технологічні карти по прийому вантажу містять: графіки надходження вантажу на протязі дня; послідовність виконання операцій; кількість працівників, що зайняті розвантаженням і прийомом вантажу.

Також будується мережева модель складського процесу, тобто графічне зображення складських операцій, послідовна черга виконання робіт і операцій складського технологічного

процесу.

Будь-які складські роботи починаються з процесу надходження вантажу на склад, який складається з таких основних елементів: фізична обробка вхідних потоків вантажу; ідентифікація вантажу; уточнення кількості і якості вантажу; підготовка звітів; переміщення вантажу на місце її використання або зберігання.

Також на складі проводяться підготовчі заходи до прибуття вантажу, які в свою чергу складаються з наступних етапів: встановлюються місця розвантаження транспортних засобів; перевіряється наявність необхідної кількості тарних засобів; визначається, з допомогою яких механізмів і обладнання розвантажуватиметься і переміщуватиметься вантаж, що поступає; визначаються місця зберігання цієї вантажу; визначається необхідна кількість працівників складу та необхідна кількість складського обладнання; проводиться підготовка документації щодо прийому та здачі товару.

В цьому випадку необхідно виконати комплекс операцій, що здійснюються на етапі надходження і прийому вантажу які мають наступні етапи: проведення підготовчих заходів по прийому вантажу; перевірка цілісності вагонів, контейнерів, транспортної упаковки; розвантаження транспортних засобів; оцінка збереження поверхні транспортної упаковки; врахування всіх розходжень і пошкоджень до підписання документів перевізника; перевірка кожної позиції вантажу по пакувальному листу і рахунку; переміщення вантажу в зону прийому; розпакування; повірка кількості і якості вантажу; контроль документальної і фізичної відповідності партії поставки замовлення покупцю; встановлення фактичної кількості, якості і комплектності вантажу, визначення відхилень а також причин, що їх визвали; документальне оформлення вантажу, що прибув; розташування по місцях зберігання; формування складської вантажної одиниці.

рийом вантажу – це перевірка відповідності кількості, якості і комплектності продукції, її характеристики і технічним умовам, що вказані в договорі. Як правило, прийом вантажу відбувається по двох основних характеристиках – кількості та якості.

Прийом вантажу по кількості – це процедура звірки ваги, кількості місць і одиниць продукції, що фактично поступила з даними супроводжувальних товарно-транспортних документів (рахунки-фактури, товарно-транспортної накладної). Вона проводиться в терміни, що вказані в інструкціях, а недостача оформляється відповідним актом.

Прийом вантажу по якості – це процедура виявлення якості і комплектності продукції, що поступила на склад, а також відповідно тари, упаковки і маркування встановленим вимогам державних стандартів, технічних умов, затвердженим зразкам (еталонам), умовам договорів поставки і супроводжувальним документам (сертифікат якості, санітарний або ветеринарний сертифікат) та проводиться в установлені інструкціями терміни.

При правильній організації виробничого процесу, тобто з дотриманням графіку прибуття автомобілів згідно затвердженого плану та відповідного виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, деякі елементи транспортного процесу, такі як очікування, маневрування та оформлення документів повністю або практично повністю виключаються із простою транспортного засобу під вантажними операціями [3].

1. Марчук В. Є., Григорак М. Ю., Гармаш О. М., Овдієнко О. В.. Складська логістика : навч. посіб. Олді-плюс, 2020. 254 с.

2. Голошубова Н. О. Організація торгівлі : підручник для студ.вищ. навч. закл. 2-ге вид., переробл. та допов. К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2012. 680 с.

3. Швець М. Вплив механізації на організацію навантажувально-розвантажувальних робіт. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем* : четверта міжнародна науково-технічна інтернет-конференція. 23–24 квітня 2024 р. Рівне : НУВГП, 2024. 181 с. С. 137–139.

УДК 656.13:004

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МІСЬКІ ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ

Гаврон Христина

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – д.е.н., професор Никончук В. М.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Система міських пасажирських перевезень є однією з ключових складових транспортної інфраструктури міста, яка забезпечує переміщення населення між різними функціональними зонами. Вона формує основу мобільності мешканців і виступає ключовим чинником соціально-економічного розвитку міста. Міські пасажирські перевезення – це організований процес транспортування пасажирів у межах міста за допомогою різних видів громадського транспорту відповідно до визначених маршрутів, графіків руху та умов обслуговування.

Роль міських пасажирських перевезень у розвитку міста є багатогранною і проявляється у кількох аспектах. Насамперед транспорт виконує соціальну функцію, забезпечуючи доступ населення до місць праці, навчання, медичних установ та інших об'єктів соціальної інфраструктури [1]. Рівень доступності та якості транспортних послуг безпосередньо впливає на комфорт життєдіяльності населення та рівень соціальної інтеграції.

Структурно система міських перевезень є багатокомпонентною сукупністю елементів, до яких належать транспортні засоби, маршрутна мережа, об'єкти транспортної інфраструктури, перевізники різних форм власності, а також пасажирів як основні споживачі транспортних послуг. Важливе місце у функціонуванні цієї системи займають організаційно-управлінські механізми, які забезпечують координацію руху транспорту, контроль за дотриманням графіків та ефективне використання ресурсів. У сучасних умовах до цієї структури все активніше інтегруються інформаційні технології, які дозволяють автоматизувати процеси обліку, управління та аналізу перевезень [2].

Базовою складовою цифровізації міських перевезень є впровадження автоматизованої системи оплати проїзду, що базується на використанні електронних транспортних карток та єдиної системи оплати проїзду [3]. Така система забезпечує перехід від традиційної готівкової моделі розрахунків до сучасної безконтактної форми оплати, що суттєво змінює як і технологію перевезень, так і підходи до управління транспортною системою (рис. 1).

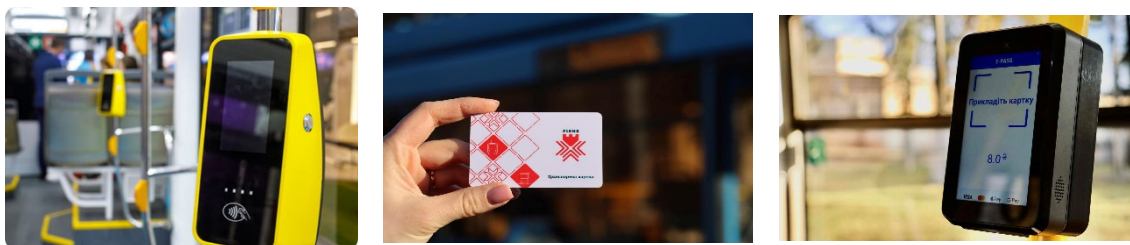


Рис. 1. Система електронної оплати проїзду

Основною перевагою автоматизованої системи оплати проїзду є формування єдиної інформаційної бази даних про всі здійснені поїздки. На відміну від традиційної системи, де облік пасажиропотоку розраховується за приблизними даними, електронна система забезпечує отримання точних та детальних статистичних даних. Це дозволяє отримувати достовірну інформацію про обсяги перевезень, структуру попиту та завантаженість маршрутів, визначати пікові періоди та приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації

транспортної мережі. Крім того, автоматизований облік сприяє підвищенню ефективності використання бюджетних коштів при компенсації пільгових перевезень. Також, відповідно до отриманих даних можна здійснювати комплексний аналіз пасажиропотоків, визначати рівень завантаженості маршрутів, виявляти пікові періоди та приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо оптимізації маршрутної мережі та графіків руху.

Автоматизація оплати проїзду підвищує прозорість фінансових потоків у сфері міських перевезень, оскільки всі операції фіксуються у системі. Це зменшує можливості неофіційних розрахунків і втрат доходів перевізників, що особливо важливо в умовах співіснування комунальних і приватних перевізників. У таких умовах електронний квиток виступає ефективним інструментом контролю та уніфікації розрахунків.

Практичне застосування GPS-моніторингу реалізується через мобільні застосунки, такі як EasyWay та Dozor, які забезпечують доступ користувачів до інформації про рух транспорту у режимі реального часу. Ці сервіси дозволяють пасажирам отримувати дані про місцезнаходження транспортних засобів, прогнозований час їх прибуття, а також інформацію про зміну маршрутів або затримки. Завдяки цьому зменшується час очікування на зупинках, підвищується точність планування поїздок та зростає загальний рівень задоволеності користувачів транспортних послуг [3].

Одним із елементів інформаційного забезпечення пасажирів є впровадження електронних інформаційних табло на зупинках громадського транспорту (рис. 2). Такі табло відображають актуальну інформацію про час прибуття транспортних засобів, інтервали руху та можливі зміни у розкладі.



Рис. 2. Система інформування пасажирів у режимі реального часу

Використання цих технологій дозволяє суттєво знизити рівень невизначеності для пасажирів, підвищити передбачуваність транспортного обслуговування та покращити загальний рівень комфорту. Крім того, інформування пасажирів у режимі реального часу сприяє більш рівномірному розподілу пасажиропотоків між різними маршрутами. У результаті підвищується якість транспортного обслуговування, скорочується час очікування, зростає комфорт і передбачуваність поїздок, що позитивно впливає на рівень мобільності населення.

Таким чином, цифровізація міських пасажирських перевезень на основі впровадження сучасних інформаційних технологій виступає ключовим чинником підвищення ефективності функціонування транспортної системи, забезпечує вдосконалення механізмів управління, прозорість розрахунків і якість транспортних послуг, що в підсумку сприяє підвищенню якості життя населення та розвитку сучасного міського середовища.

1. Водовозов Є. Н., Палант О. Ю. Аналіз можливостей впровадження е-квитка в наземному громадському транспорті. *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Економіка* : зб. наук. праць. Ужгород : Говерла, 2018. Вип. 1 (51). С. 182–185.

2. Таранущенко М. О. Автоматизована система оплати проїзду пільгових категорій пасажирів в громадському транспорті : випускна кваліфікаційна робота. Чернігів, 2025. 80 с.

3. Рівненська міська рада. Офіційний портал документів [Електронний ресурс]. URL: <https://rivnerada.gov.ua/portal/view-content/23022> (дата звернення: 01.04.2026).

УДК 656.025.4

АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ШВЕЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Герус Олена

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – д.е.н., професор Никончук В. М.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

У сучасних умовах транспортно-логістичні процеси є важливою складовою ефективною діяльності промислових підприємств. Для підприємств легкої промисловості їх значення особливо зростає, оскільки стабільність виробництва безпосередньо залежить від своєчасного постачання сировини, безперервності внутрішніх виробничих переміщень і налагодженої системи збуту готової продукції. Саме тому аналіз транспортно-логістичних процесів швейного підприємства є важливим з погляду виявлення чинників, що впливають на ефективність його роботи [1; 2].

Показовим прикладом є діяльність ТОВ «Т-Стиль», заснованого на базі Рівненського льонокомбінату [3]. Підприємство працює у сфері текстильної промисловості та здійснює повний цикл виробництва трикотажної продукції: від виготовлення полотна, його обробки й фарбування до пошиття готового одягу та реалізації продукції через власну торговельну мережу. Така організація виробництва зумовлює складну систему матеріальних потоків, яка охоплює постачання сировини, внутрішнє переміщення ресурсів між підрозділами та відвантаження готової продукції.

Особливістю транспортно-логістичних процесів швейного підприємства є їх тісний зв'язок із безперервністю виробничого циклу. Для ТОВ «Т-Стиль» це означає необхідність своєчасного пряжі, забезпечення виробничих підрозділів потрібними матеріалами, а також організацію відвантаження тканин і готового одягу. Оскільки підприємство є вертикально інтегрованим і поєднує кілька етапів виробництва в межах єдиного комплексу, ефективність транспортно-логістичних процесів впливає не лише на швидкість переміщення матеріальних ресурсів, а й на загальну узгодженість усіх виробничих операцій.

Специфіка транспортно-логістичних процесів ТОВ «Т-Стиль» полягає в тому, що підприємство поєднує в межах одного виробничого комплексу одразу кілька взаємопов'язаних етапів: постачання сировини, виробництво, внутрішнє переміщення матеріалів і реалізацію готової продукції. Це означає, що логістика тут не обмежується лише перевезенням вантажів, а охоплює координацію всього руху матеріальних потоків. За таких умов будь-які затримки в постачанні сировини, неузгодженість між окремими підрозділами або порушення в доставці готової продукції можуть негативно впливати на ритмічність виробництва та ефективність роботи підприємства загалом.

Важливим елементом логістичної системи підприємства є також збутова складова. Наявність розгалуженої мережі фірмових магазинів у різних містах України зумовлює потребу в чіткій організації відвантаження та розподілу готової продукції. За таких умов логістика підприємства має забезпечувати своєчасність поставок, ритмічність відвантажень та ефективне використання транспортних ресурсів. Будь-які порушення у постачанні сировини або доставці готових виробів можуть негативно впливати як на виробничий процес, так і на рівень обслуговування споживачів.

У процесі аналізу транспортно-логістичних процесів швейного підприємства доцільно виокремити кілька ключових проблем. Насамперед це залежність виробництва від

безперебійного постачання сировини, потреба в точному узгодженні окремих етапів виробничого циклу, зростання транспортних витрат і необхідність раціонального розподілу готової продукції між торговельними точками. Особливої уваги потребують питання оптимізації маршрутів перевезень, підвищення рівня завантаження транспорту та зменшення непродуктивних витрат, пов'язаних із неузгодженістю логістичних операцій.

Ефективність транспортно-логістичних процесів швейного підприємства значною мірою визначається якістю їх планування та координації. Удосконалення цих процесів може здійснюватися через оптимізацію графіків постачання, більш раціональну організацію відвантажень, покращення взаємодії між виробничими підрозділами та збутовою мережею, а також використання сучасних підходів до обліку й контролю матеріальних потоків. Для підприємства повного циклу це дає змогу підвищити узгодженість логістичних операцій, скоротити витрати та забезпечити стабільність роботи в умовах динамічного ринку.

Отже, транспортно-логістичні процеси є одним із ключових чинників ефективного функціонування швейного підприємства. На прикладі ТОВ «Т-Стиль» можна зробити висновок, що результативність діяльності підприємства значною мірою залежить від налагодженості постачання сировини, внутрішньої логістики та системи збуту готової продукції. Аналіз цих процесів дозволяє виявити основні проблемні аспекти їх організації та окреслити напрями подальшого вдосконалення.

1. Крикавський Є. В. Логістика : підручник. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2004. 448 с.
2. Galambos K. J., Palomino-Hernández A. B., Hemmelmayr V. C., Turan B. Sustainability initiatives in urban freight transportation in Europe. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2024. Vol. 23. Art. 101013. DOI: 10.1016/j.trip.2023.101013.
3. Сокур І. М., Сокур Л. М., Герасимчук В. В. Транспортна логістика : навч. посіб. Київ : Центр учб. літ., 2009. 220 с.
4. Т-Стиль, ТОВ. Goldi : вебсайт. URL: <https://goldi.ua/about> (дата звернення: 29.03.2026).

УДК 656.132.05

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕГУЛЯРНИХ АВТОБУСНИХ МАРШРУТІВ У МІЖОБЛАСНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Гордійчук Софія

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – ст. викладач Сліпенький Є. Б.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Функціонування регулярних автобусних маршрутів у міжобласному сполученні є важливою складовою транспортної системи країни, оскільки забезпечує мобільність населення, доступність регіонів та розвиток економічних зв'язків. У сучасних умовах підвищення вимог до якості перевезень особливого значення набуває комплексний аналіз показників, що характеризують ефективність, надійність і конкурентоспроможність автобусних перевезень.

Перш за все, доцільно розглянути основні групи показників, які використовуються для оцінювання функціонування автобусних маршрутів. Вони поділяються на техніко-експлуатаційні, економічні та показники якості обслуговування пасажирів. Кожна з цих груп відображає окремий аспект діяльності перевізника та дозволяє сформувати цілісне уявлення про стан маршруту.

До техніко-експлуатаційних показників належать такі характеристики, як протяжність маршруту, час оборотного рейсу, середня швидкість руху, коефіцієнт використання пробігу, регулярність руху та коефіцієнт технічної готовності рухомого складу. Протяжність маршруту визначає масштаби перевезень і впливає на організацію роботи транспорту. Час оборотного рейсу включає тривалість руху в обох напрямках з урахуванням простоїв і є важливим для планування графіків руху [1].

Середня технічна та експлуатаційна швидкість руху характеризує ефективність використання транспортних засобів. Зниження швидкості може бути зумовлене станом доріг, заторами, погодними умовами або нераціональною організацією руху. Водночас надмірне збільшення швидкості може негативно впливати на безпеку перевезень, що вимагає дотримання балансу між ефективністю та безпекою.

Важливим показником є коефіцієнт використання пробігу, який відображає частку корисного (пасажирського) пробігу в загальному пробігу транспортного засобу. Його підвищення свідчить про раціональну організацію маршрутної мережі та зменшення холостих рейсів. Регулярність руху визначає ступінь дотримання встановленого розкладу і безпосередньо впливає на рівень довіри пасажирів до перевізника.

Економічні показники функціонування автобусних маршрутів включають витрати на перевезення, собівартість одного пасажиро-кілометра, дохід від перевезень, рентабельність та окупність діяльності. Витрати формуються за рахунок паливно-мастильних матеріалів, амортизації транспортних засобів, заробітної плати персоналу, витрат на технічне обслуговування та ремонт [2].

Собівартість перевезень є ключовим показником, що визначає конкурентоспроможність перевізника на ринку транспортних послуг. Її зниження можливе за рахунок оптимізації маршрутів, впровадження енергоефективних технологій та підвищення коефіцієнта заповнення транспортних засобів. Дохід від перевезень залежить від тарифної політики, попиту на перевезення та якості послуг.

Рентабельність перевезень відображає співвідношення прибутку до витрат і є узагальнюючим показником економічної ефективності. Низький рівень рентабельності може свідчити про необхідність перегляду тарифів, оптимізації витрат або вдосконалення організації перевезень.

Окрему увагу слід приділити показникам якості обслуговування пасажирів. До них належать комфортність перевезень, доступність інформації про розклад руху, зручність придбання квитків, рівень безпеки, культура обслуговування та час очікування транспорту. У сучасних умовах конкуренції саме якість послуг часто стає вирішальним фактором вибору перевізника [3].

Комфортність перевезень визначається технічним станом автобусів, наявністю кондиціювання, зручністю сидінь, чистотою салону та рівнем шуму. Впровадження сучасних інформаційних систем, таких як онлайн-розклади та електронні квитки, підвищує зручність користування транспортними послугами [3].

Безпека перевезень є пріоритетним показником, який включає технічний стан транспортних засобів, кваліфікацію водіїв, дотримання правил дорожнього руху та наявність систем контролю. Підвищення рівня безпеки сприяє зростанню довіри пасажирів і зменшенню ризиків аварійних ситуацій.

Аналіз показників функціонування автобусних маршрутів у міжобласному сполученні передбачає не лише оцінку їх поточного стану, але й виявлення тенденцій розвитку та проблемних аспектів. Серед основних проблем можна виділити зношеність рухомого складу, нерівномірність пасажиропотоків, сезонні коливання попиту, а також вплив зовнішніх факторів, таких як стан дорожньої інфраструктури та економічна ситуація.

Для підвищення ефективності функціонування автобусних маршрутів доцільно застосовувати комплексний підхід, який включає оптимізацію маршрутної мережі, удосконалення графіків руху, впровадження сучасних інформаційних технологій та оновлення рухомого складу. Важливим напрямом є також підвищення кваліфікації персоналу та впровадження стандартів якості обслуговування.

Значну роль відіграє цифровізація транспортної галузі. Використання GPS-моніторингу, систем диспетчеризації та аналізу даних дозволяє підвищити точність планування перевезень, контролювати дотримання розкладу та оперативно реагувати на зміни умов руху. Це сприяє підвищенню ефективності використання ресурсів і покращенню якості обслуговування пасажирів.

Таким чином, аналіз показників функціонування регулярних автобусних маршрутів у міжобласному сполученні є важливим інструментом управління транспортною діяльністю. Він дозволяє оцінити ефективність роботи перевізників, виявити проблеми та визначити напрями вдосконалення. Комплексний підхід до аналізу забезпечує підвищення якості перевезень, задоволення потреб пасажирів і сталий розвиток транспортної системи в цілому.

1. Trompet M., Liu X., Graham D. J. Development of key performance indicator to compare regularity of service between urban bus operators. *Transportation Research Record*. 2011. Vol. 2216. P. 33–41. URL: <https://doi.org/10.3141/2216-04>.

2. Kathuria A., Parida M., Sekhar C. R. A review of service reliability measures for public transportation systems. *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*. 2020. Vol. 18. P. 243–255. URL: <https://doi.org/10.1007/s13177-019-00195-0>.

3. Cascajo R., Monzón A. Assessment of innovative measures implemented in European bus systems using key performance indicators. *Public Transport*. 2014. Vol. 6(3). P. 257–282. URL: <https://doi.org/10.1007/s12469-014-0085-0>.

УДК 656.1

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ ЧЕРЕЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ

Дем'янчук Вікторія

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – ст. викладач Дорошук В. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Сучасний стан ринку автомобільних перевезень України характеризується глибокою трансформацією, спричиненою євроінтеграційними процесами та зміною логістичних ланцюгів. Після 2022 року автомобільний транспорт став стратегічно важливим, оскільки взяв на себе основний обсяг експорту та імпорту товарів [1].

Економічна ефективність є комплексним показником, що охоплює як фінансові здобутки, так і рівень інноваційної гнучкості підприємства. Відтак, її всебічне оцінювання вимагає системного аналізу сукупності різнопланових індикаторів (рисунок).



Рисунок. Фактори, що визначають економічну ефективність міжнародних перевезень [4]

Оптимізація міжнародних перевезень сьогодні неможлива без діджиталізації. Впровадження комплексних систем автоматизації (TMS та WMS), заміна паперових носіїв цифровими аналогами (e-CMR) та впровадження технологій відстеження вантажів у реальному часі дозволяють компаніям не лише знизити витрати, а й ефективно відповідати на сучасні логістичні виклики [5].

Одним з основних факторів впливу на ринок є екологізація та стандартизація: Європейський ринок висуває жорсткі вимоги до екологічності ТЗ. Використання транспорту класів Євро-5/Євро-6 дозволяє уникати обмежень на в'їзд до екологічних зон у європейських

містах та забезпечує відповідність законодавству України при реєстрації, а також не лише зменшувати екологічний податок, а й мати доступ до зон обмеженого руху в країнах ЄС.

Щоб здійснювати автоперевезення Європою, автомобілі повинні бути обладнані системою контролю та обмеження швидкості. У систему входять камери, які зчитують знаки дорожнього руху, що приводить у дію блок сповіщення водія про необхідність зменшити швидкість. Сповіщення водія виконується в звуковому та візуальному режимі – система подає звуковий сигнал, одночасно на панелі приладів відображається відповідний значок.

Останнім часом широкого поширення набули системи автоматичного обліку витрати палива та режимів роботи автотранспортних засобів. Наприклад, система «Глобус» – це надійна система моніторингу транспортних засобів. У дизельний або бензиновий бак транспортного засобу встановлюється датчик рівня палива із GPS. Пристрій безперервно оцінює кількість пального та передає отриману інформацію через супутник на комп'ютер.

Отже, системи призначені для безперервного контролю за витратою палива (в реальному режимі часу) із збереженням даних у пам'яті приладу, більш точного обліку витрати пального, аналізу комплексної роботи автомобіля у будь-який період часу, призводять до оптимізації витрат на експлуатацію. Крім того, система контролю інформує про маршрут руху, що допомагає уникнути приписок кілометражу. А також повідомляє про швидкісний режим та оберти двигуна техніки, що впливає не тільки на витрату палива, а й безпеку машини та вантажу. Спеціальне програмне забезпечення обробляє дані та надає їх у вигляді детального звіту.

Сучасні технології трансформують логістику, роблячи вантажні перевезення швидшими, безпечнішими та прозорішими, значно підвищується ефективність перевезень, забезпечуючи комфорт та екологічну безпеку. Завдяки цим технологіям, логістичні компанії зменшують витрати, а клієнти отримують кращий сервіс та прозорість доставки.

1. Умови міжнародних автомобільних перевезень вантажів. Короткий довідник АсМАП України. Київ, 2000 р. С. 15–18.

2. Січкаренко К. О. Вплив цифровізації економіки на розвиток транспортної галузі. *Причорноморські економічні студії*. 2019. Вип. 38/1. С. 76–79.

3. Трушкіна Н., Сербіна Т. Міжнародна логістика у системі зовнішньоекономічної діяльності підприємства. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2022. Vol. 1, No. 3. P. 101–114.

4. Дорошук В. О., Сорока В. С., Сліпенький Є. Б., Голотюк, М. В, Бережнюк І. А. Дослідження економічної ефективності використання транспортних засобів при перевезенні вантажів на міжнародних маршрутах. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2024. Вип. 4 (108). С. 408–416.

5. Бережнюк І., Сорока В., Дорошук В., Сліпенький Є.. Підвищення економічної ефективності міжнародних вантажних перевезень. *Інновації в агропромисловому комплексі, машинобудуванні та транспорті* : зб. тез Міжнар. наук.-практ. конфер., Рівне, 9–10 квітня 2025 року. Рівне : НУВГП. 2025. С. 186–187.

6. Дорошук В. О., Бережнюк І. А., Оптимізація міжнародних перевезень вантажів автомобільним транспортом. *Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури* : зб. тез III міжнар. наук.-практ. конфер., м. Київ, 5–7 грудня 2023 року. Київ : ДП «ДержавтотрансНДІпроект». 2023. С. 414–416.

7. Дорошук В., Сорока В., Бережнюк І., Коваль А. Організаційно-технологічні системи обслуговування підприємств в умовах міжнародних перевезень. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем* : зб. тез V всеукр. наук.-техн. інтернет-конфер., Рівне, 25–27 жовтня 2023 року. Рівне : НУВГП. С. 74–75.

8. Бережнюк І. А., Дорошук В. О. Використання штучного інтелекту в управлінні міжнародними логістичними процесами. *Інтелектуальні транспортні технології* : зб. матер. 4-а Міжнар. наук.-техн. конфер., м. Харків, 27–28 листопада 2023 р. Харків : УкрДУЗТ. С. 121–122.

УДК 621.926.5:539.215

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АНАЛОГІВ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ В МАШИНІ БАРАБАННОГО ТИПУ МЕТОДОМ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ

Жабчик Сергій, Редька Юрій

здобувачі другого (магістерського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – д.т.н., професор Наumenко Ю. В.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Моделювання передбачало оцінку аналогів продуктивності процесів обробки зернистого матеріалу в обертовому барабані, при реалізації навантаження ударом, роздавлюванням та стиранням, за відповідними енергіями ударної, стискаючої та зсувної взаємодії частинок заповнення камери [1; 2].

Застосовано розрахункову схему картини трифазного режиму руху заповнення у поперечному перерізі обертової камери (рис. 1).

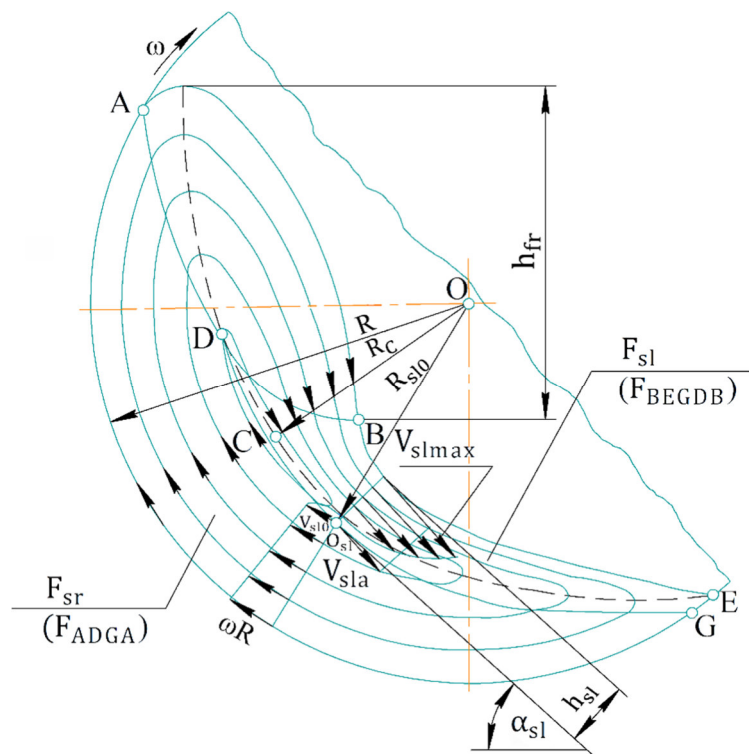


Рис. 1. Розрахункова схема картини руху зернистого заповнення в камері обертового барабана

Застосовано експериментальний метод чисельного моделювання аналогів продуктивності для механізмів обробки за енергіями відповідних взаємодій. Алгоритм реалізації методу візуалізації даних полягав у послідовному здійсненні низки етапів [2].

Як аналог продуктивності процесу обробки ударом прийнято відносну енергію ударної взаємодії елементів заповнення

$$Q_i = \frac{h_{fr}}{4R} \kappa_{fr},$$

де h_{fr} – відстань по вертикалі від найвищої до найнижчої точки на вільній поверхні зони польоту заповнення на картині руху.

Як аналог продуктивності процесу обробки роздавлюванням прийнято відносну енергію стискаючої взаємодії елементів заповнення

$$Q_c = \frac{\omega^2 (R^2 - R_{sl0}^2)^2}{8h_{sl}^2 Rg} \kappa_{sl},$$

де R_{sl0} – радіальна координата основи центрального усередненого нормального перерізу зсувного шару; h_{sl} – висота центрального усередненого нормального перерізу зсувного шару.

Як аналог продуктивності процесу обробки стиранням прийнято відносну енергію зсувної взаємодії елементів заповнення

$$Q_a = \frac{(V_{sl\max} + V_{sl0})^2 R}{h_{sl}^2 g} \kappa_{sl},$$

де $V_{sl\max} = \sqrt{2W_i \sin \alpha_{sl} \frac{\cos \varphi}{1 - \sin \varphi} h_{sl} - V_{sl0}^2}$ – максимальна зсувна швидкість у центральному

усередненому нормальному перерізі зсувного шару; $V_{sl0} = \omega R_{sl0}$ – зсувна швидкість опорної поверхні центрального усередненого нормального перерізу зсувного шару; R_{sl0} – радіальна координата основи центрального усередненого нормального перерізу зсувного шару; α_{sl} – кут нахилу основи усередненого нормального перерізу зсувного шару до горизонталі; φ – кут

внутрішнього тертя зернистого завантаження; $W_i = g + a_{fr} = \sqrt[3]{-\frac{L}{2} + \sqrt{f}} + \sqrt[3]{-\frac{L}{2} - \sqrt{f}} - \frac{q}{3}$ – уявне сумарне вертикальне прискорення зсувного шару, що спричинює його рух; a_{fr} – уявне додаткове інерційне прискорення зсувного шару внаслідок зростання кінетичної енергії після

ударної взаємодії зони польоту зі зсувним шаром; $f = \left(-\frac{q^2}{9} + \frac{m}{3}\right) + \left(\frac{L}{2}\right)$, $L = 2\left(\frac{q}{3}\right)^3 - \frac{qm}{3} - 2\frac{V_{sl0}^6}{d^3}$,

$q = -\frac{1}{d^3} \left(\frac{V_{sla}^2}{c^2} + 3d^2 V_{sl0}^2 \right)$, $m = \frac{1}{d^3} \left(2\frac{V_{sla}}{c} V_{sl0}^3 + 3d V_{sl0}^4 \right)$, $c = \frac{1 - \sin \varphi}{3h_{sl} \sin \alpha_{sl} \cos \varphi}$ та $d = \frac{2h_{sl} \sin \alpha_{sl} \cos \varphi}{1 - \sin \varphi}$ –

змінні величини; $V_{sla} = \frac{\omega(R^2 - R_{sl0}^2)}{2h_{sl}}$ – усереднене значення швидкості руху у центральному

усередненому нормальному перерізі зсувного шару.

Як характеристики аналогів продуктивності, що приведено до порівняльного вигляду для проведення подальшого порівняльного аналізу, прийнято нормалізовані аналоги продуктивності процесів обробки ударом Q_{in} , роздавлюванням Q_{cn} та стиранням Q_{an} :

$$Q_{in} = \frac{Q_i}{Q_{i\max}}, \quad Q_{cn} = \frac{Q_c}{Q_{c\max}}, \quad Q_{an} = \frac{Q_a}{Q_{a\max}},$$

де $Q_{i\max}$, $Q_{c\max}$ та $Q_{a\max}$ – максимальні значення Q_i , Q_c та Q_a .

Застосовано експериментальний метод чисельного моделювання на основі експериментальної візуалізації поведінки заповнення в камері обертового барабана для визначення параметрів зсувної взаємодії. Візуалізація здійснювалась шляхом фіксації через прозору торцеву стінку та подальшої обробки картин руху заповнення у поперечному перерізі камери. Окремі отримані картини усталеного руху заповнення у камері стаціонарно обертового барабана при $\kappa=0,45$ за зростанням швидкості обертання наведено на рис. 2.

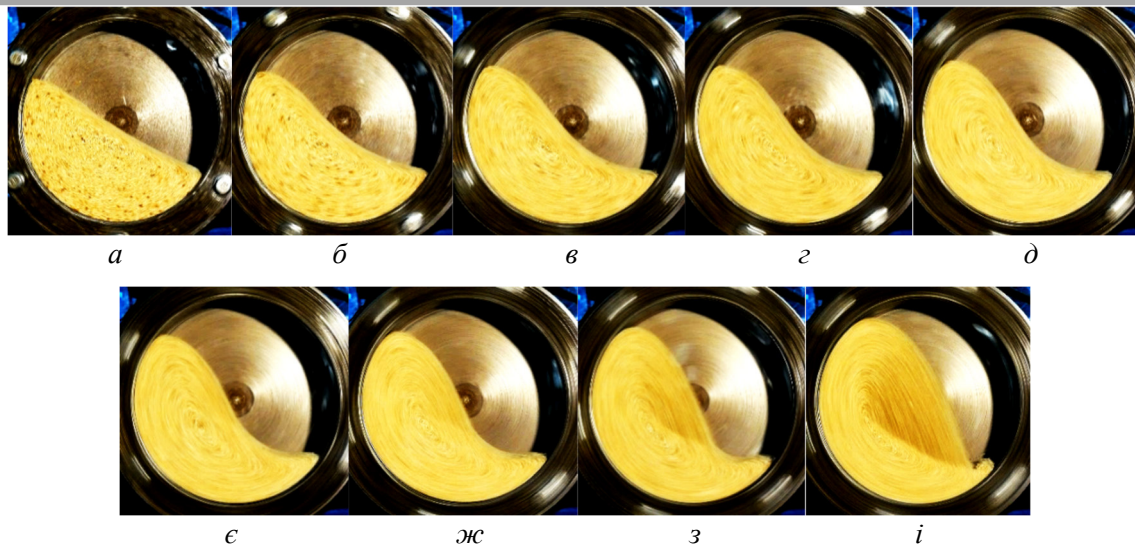


Рис. 2. Картини руху заповнення за зростанням швидкості обертання при $\kappa=0.45$:
 $a - \psi_\omega=0,1$; $б - \psi_\omega=0,2$; $в - \psi_\omega=0,3$; $г - \psi_\omega=0,4$; $д - \psi_\omega=0,5$; $е - \psi_\omega=0,6$; $ж - \psi_\omega=0,7$; $з - \psi_\omega=0,8$; $і - \psi_\omega=0,9$

Графіки отриманих результатів чисельного визначення зміни Q_{in} , Q_{cn} та Q_{an} від ψ_ω наведено на рис. 3.

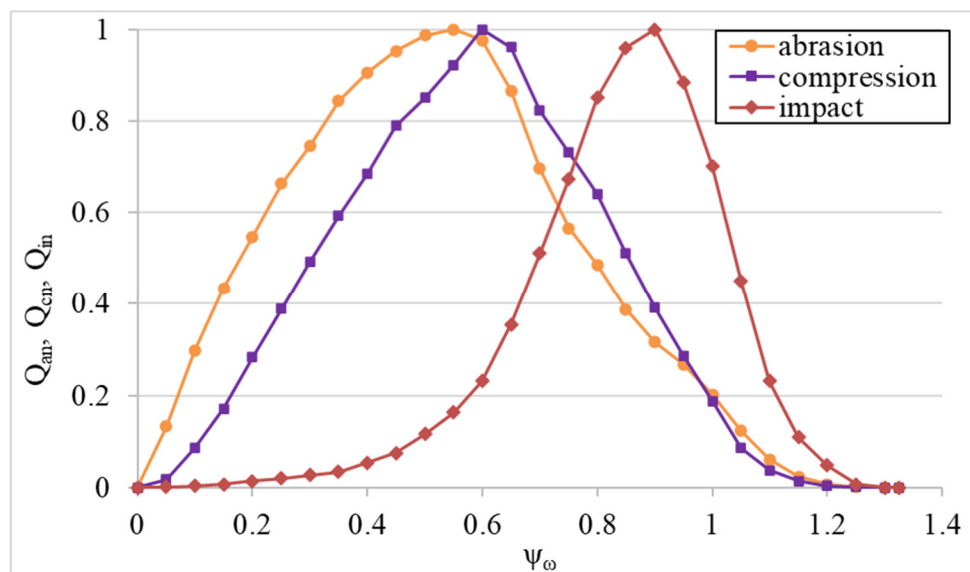


Рис. 3. Функціональна залежність зміни Q_{in} , Q_{cn} та Q_{an} від ψ_ω

Встановлено, що при ступені заповнення камери машини барабанного типу $\kappa=0,45$ зернистим матеріалом із відносним розміром частинок $\psi_d=0,0104$ величина аналога продуктивності для процесу обробки ударом Q_{in} набуває екстремального значення при відносній швидкості обертання $\psi_\omega=0,9$, для процесу обробки роздавлюванням Q_{cn} – при $\psi_\omega=0,6$ і для процесу обробки стиранням Q_{an} – при $\psi_\omega=0,55$.

1. Наumenко Ю. В., Дейнека К. Ю. Теоретичні основи робочих процесів машин барабанного типу : монографія. Рівне : НУВГП, 2014. 531 с.
2. Naumenko Y., Deineka K. Determining the effect of rotation speed on the energy efficiency of the impact, compression and abrasion grinding processes in a tumbling mill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 6. Issue 1(138). P. 41–53. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.343388>.

ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ РОЗВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ У МІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ НА ПРИНЦИПАХ ДОСТАВКИ «ОСТАННЬОЇ МИЛІ»

Зданевич Микола

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – д.е.н., професор Никончук В. М.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Стрімке зростання обсягів електронної комерції у сучасному світі зумовлює значне навантаження на логістичні системи, висуваючи нові вимоги до швидкості та якості обслуговування кінцевого споживача. Етап доставки «останньої милі» є найбільш критичним і дорогим елементом логістичного ланцюга, що безпосередньо впливає на лояльність клієнтів.

Однією з ключових проблем міської логістики є складність прогнозування часу доставки через затори на дорогах, погодні умови та високий рівень невдалих спроб вручення посилок. Це призводить до додаткових операційних витрат підприємств та зниження задоволеності замовників. У таких умовах особливого значення набуває пошук ефективних підходів до організації процесу доставки, здатних підвищити її надійність і передбачуваність [1].

Значна вартість кур'єрських послуг змушує бізнес шукати альтернативні варіанти доставки вантажу кінцевому споживачу. У зв'язку з цим активно розвиваються різні організаційні моделі доставки, що відрізняються рівнем участі компанії у виконанні логістичних операцій та використанням зовнішніх ресурсів.

У сучасній логістиці виділяють декілька базових моделей організації доставки «останньої милі», які класифікуються за рівнем контролю компанії над процесом доставки та ступенем залучення зовнішніх ресурсів. Згідно з цією класифікацією, основними підходами до організації доставки є:

1. *Внутрішня доставка (In-house delivery)*, яка представлена на рисунку 1.

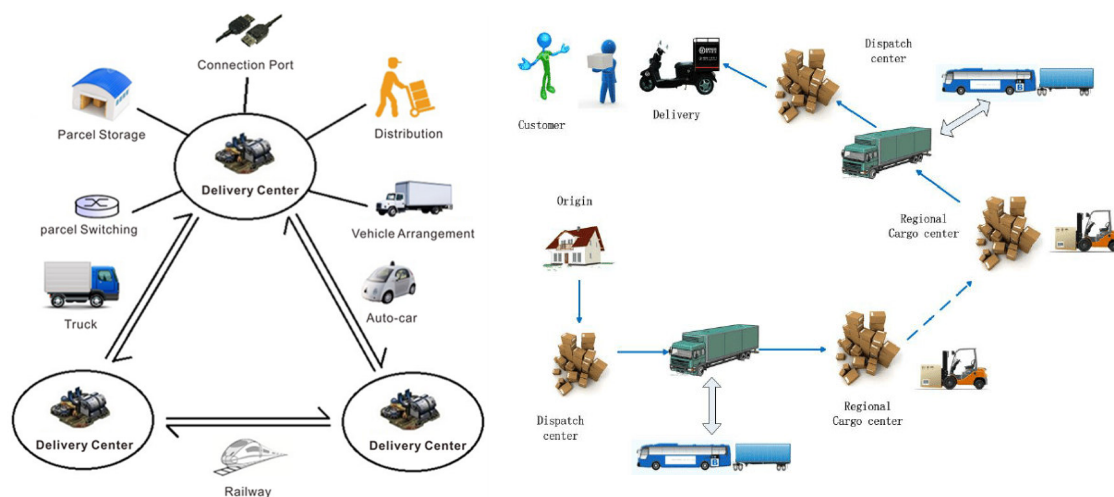


Рис. 1. Модель внутрішньої системи розвезення вантажів

Внутрішня модель передбачає використання компанією власного автопарку та штатних кур'єрів для виконання доставки. Основною перевагою такого підходу є повний контроль над якістю сервісу, брендуванням та часом виконання замовлення. Разом з тим, дана модель характеризується значними постійними витратами, пов'язаними з утриманням транспортних

засобів, оплатою праці персоналу та управлінням логістичною інфраструктурою. Ця модель передбачає, що компанія самостійно організовує процес доставки, використовуючи власний автопарк, штатних кур'єрів та внутрішню систему управління логістикою.

2. Модель залучення сторонніх логістичних операторів (3PL – *Third-Party Logistics*) зображена на рисунку 2.

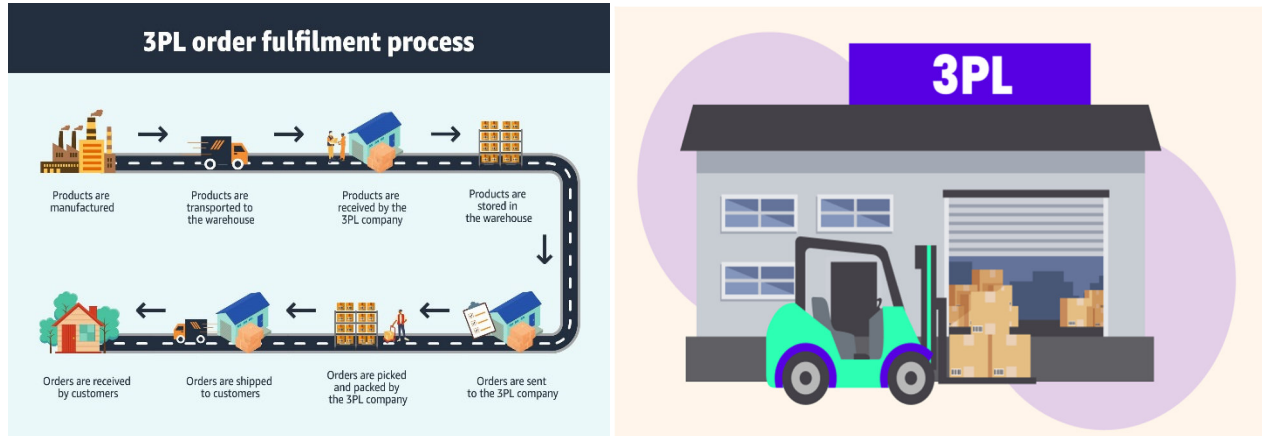


Рис. 2. Модель залучення сторонніх логістичних операторів 3PL – *Third-Party Logistics*

Модель залучення сторонніх логістичних операторів (3PL) передбачає передачу функцій транспортування спеціалізованим компаніям, таким як кур'єрські або поштові служби [2]. Така модель дозволяє зменшити витрати на утримання власного автопарку та складів, швидко масштабувати доставку і використовувати професійну логістичну інфраструктуру, проте обмежує контроль над процесом, створює залежність від тарифів оператора і представляє бренд кур'єра як логістичної компанії. В Україні 3PL-послугами користуються служби експрес-доставки, поштові оператори та спеціалізовані логістичні компанії.

3. *Краудшипінг (Crowdshipping)* – принцип роботи даної моделі представлено на рис. 3.

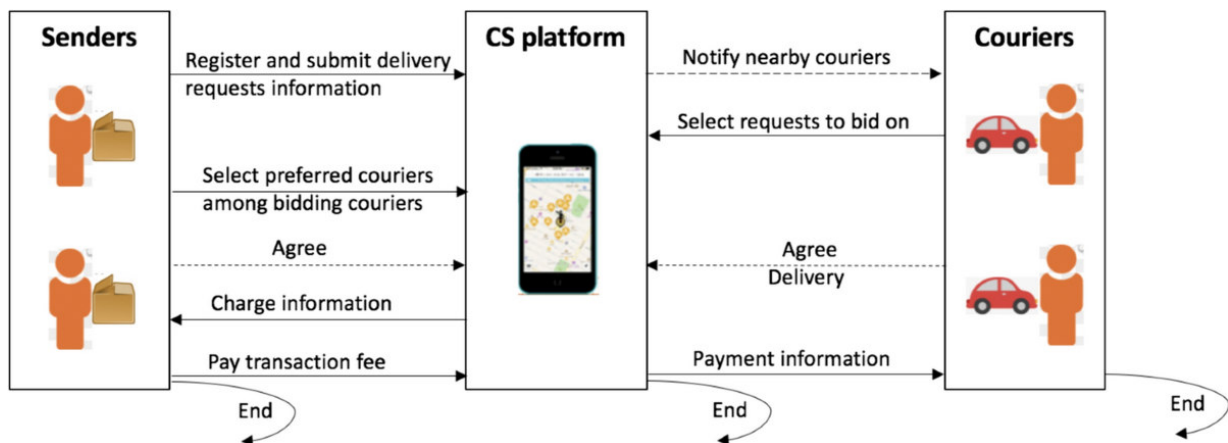


Рис. 3. Модель краудшипінгу

Краудшипінг (*Crowdshipping*) передбачає використання цифрових платформ або мобільних додатків для залучення незалежних кур'єрів (піших, велосипедистів або водіїв з власним авто), які виконують доставку у вільний час [1]. Модель забезпечує високу гнучкість системи, швидке масштабування під час пікових навантажень, зниження витрат на власну логістичну інфраструктуру та швидку доставку в межах міста, проте ускладнює контроль якості, створює ризики пошкодження або втрати вантажу та нестабільність доступності кур'єрів. Найчастіше її застосовують в електронній комерції, доставці невеликих посилок та міській експрес-доставці.

Порівняння трьох моделей доставки «останньої милі» дозволяє визначити їх ключові переваги та недоліки для використання у міських умовах.

Таблиця

Порівняння моделей доставки «останньої милі» у міських умовах

Модель доставки	Переваги	Недоліки	Рекомендовані умови застосування
Внутрішня доставка (In-house)	Повний контроль над процесом, брендування, стабільна якість	Високі постійні витрати, потреба у власному автопарку та персоналі	Високий обсяг замовлень, стабільна логістична мережа, стратегія побудови власного сервісу
Сторонні логістичні оператори (3PL)	Зниження капітальних витрат, масштабованість, використання професійної інфраструктури	Обмежений контроль, залежність від тарифів та графіків 3PL	Підприємства з нестабільним обсягом замовлень або без власного автопарку
Краудшипінг (Crowdshipping)	Висока гнучкість, швидке масштабування, низькі витрати на інфраструктуру	Ризики пошкодження/втрати вантажу, нестабільність доступності кур'єрів	Малі та середні підприємства, електронна комерція, швидка доставка малих посилок

*Джерело: складено автором на основі [3–6].

Аналіз показав, що жодна модель не є універсальною: оптимальна система доставки «останньої милі» повинна комбінувати переваги різних підходів. Ключові принципи формування ефективної системи доставки «останньої милі» у міських умовах:

1. Оптимізація маршрутів – застосування алгоритмів планування маршрутів із урахуванням трафіку, погодних умов та часу виконання доставки.
2. Комбінування моделей – інтеграція внутрішньої доставки, 3PL та краудшипінгу для гнучкого реагування на зміну обсягів замовлень.
3. Цифровізація процесу – використання ІТ-платформ для моніторингу кур'єрів, управління замовленнями та відстеження доставки в режимі реального часу.
4. Мережа пунктів самовивозу – скорочення витрат та часу доставки, особливо для масових замовлень.
5. Контроль якості та безпеки вантажу – введення стандартів пакування, страхування та інструкцій для кур'єрів незалежно від моделі доставки.

Результати дослідження свідчать, що ефективна система розвезення вантажів у міських умовах повинна бути модульною, гнучкою та технологічно підтриманою, здатною швидко адаптуватися до зміни обсягів замовлень та умов міського руху.

1. Рославцев Д. М. Логістичне управління потоками у міських транспортних системах. *Логістика та управління ланцюгами поставок*. 2022. № 2. Т. 5. С. 45–53.

2. Mohammad W. A. M., Nazih Diab Y., Elomri A., Triki C. Innovative solutions in last mile delivery: concepts, practices, challenges, and future directions. *Supply Chain Forum*. 2023. Vol. 24, № 2. P. 151–169. DOI: 10.1080/16258312.2023.2173488

3. Stanislava Turská, Roman Chinoracký, Jana Kurotová, Simona Jaculjaková Delivery Models in Last Mile Logistics. *Transport and Communications*. 2018. Vol. II. DOI:10.26552/tac.C.2018.2.5.

4. Zhang Q., Demir E. Parcel locker solutions for last mile delivery: a systematic literature review and future research directions. *Frontiers in Future Transportation*. 2025. Vol. 6, Article 1654621. DOI: 10.3389/ffutr.2025.1654621

5. Alharbi A., Cantarelli C., Brint A. Crowd models for last mile delivery in an emerging ECONOMY. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, No. 3. DOI: 10.3390/su14031401

6. Jaller P., Pourrahmani A., et al. Crowdshipping in last mile deliveries: operational challenges and research opportunities. *Transport Research*. 2021. Vol. 8. P. 1–15.

УДК 631.3.621.796

МЕТОДОЛОГІЯ ТА АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПОРОШКОВИХ КОМПОНЕНТІВ ЗАХИСНИХ МАСТИЛЬНИХ СУМІШЕЙ

Зубрилін Олександр

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Тіхонов О. В.

*Державний біотехнологічний університет,
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002*

Глина являє собою багатофункціональну природну сировину, чії експлуатаційні можливості потребують подальшого вивчення. У структурному плані вона є композицією оксидів металів і неметалів, де ключову роль відіграють діоксид кремнію (SiO_2) та оксид алюмінію (Al_2O_3). Окрім базових складників, у мінералі присутні оксиди титану, цирконію, кальцію та заліза, а також активні домішки-модифікатори (магній, калій, натрій тощо). Саме кількісне співвідношення цих компонентів формує унікальні фізико-хімічні властивості глини, що визначає доцільність її впровадження у галузі машинобудування.

Для промислового використання глинисту сировину необхідно довести до стану вискодисперсного порошку. Морфологія отриманих частинок (сферична, голчаста, луската або гексагональна) та їх внутрішня організація (кристалічна чи аморфна) безпосередньо залежать від обраної технології переробки. Сучасні підходи до одержання таких дисперсних структур класифікують на фізичні, хімічні, механічні та біогенні методи.

Актуальним завданням є розробка ефективного алгоритму подрібнення глини, що дозволить використовувати її як доступний наповнювач для здешевлення консерваційних складів.

Природна глина – це в'язка за консистенцією порода, характеристики якої (колір, вологість, хімічний профіль) детерміновані географією походження. Для проведення експериментальних досліджень було обрано два типи сировини:

1. Суглинок, видобутий у Прилуцькому районі (Чернігівщина).
2. Глина з Куп'янського родовища (Харківщина).

Відбір проб здійснювався з різних горизонтів залягання зазначених родовищ для забезпечення репрезентативності результатів. Процес подрібнення підготовлених зразків реалізовувався в умовах лабораторії з використанням кульового млина (рис. 1) [1; 2].

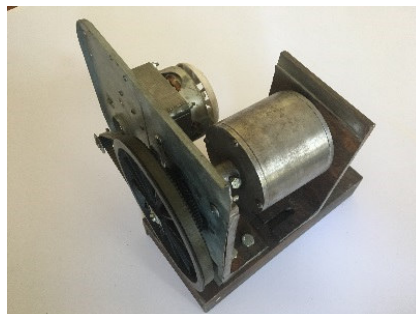


Рис. 1. Конструкція кульового млина

Конструкція використовуваного кульового млина (рис. 1) включає робочий барабан, заповнений сталевими кулями, приводний електродвигун, систему зубопасової передачі, опорні стійки та з'єднувальну платформу. Експериментальний процес подрібнення проходив за сталої швидкості обертання барабана 140 об/хв.

Контроль дисперсності отриманого продукту здійснювався методом електронної мікроскопії при 200-кратному збільшенні. Для розрахунку лінійних розмірів часток використовували еталонну шкалу з ціною поділки 0,01 мм.

Встановлено пряму залежність морфології порошку від тривалості механічної обробки:

- Етап 40 хвилин: У зразках з Прилуцького родовища спостерігається нерівномірне подрібнення. Через високу природну твердість частки кварцу зберігають значні габарити порівняно з основною масою мінералів.

- Етап 90 хвилин: Відбувається інтенсивна деструкція твердих компонентів. Більшість включень кварцу за розмірами наближаються до загальної маси, хоча поодинокі великі фракції все ще присутні.

- Етап 120 хвилин: Досягається висока однорідність (пудроподібний стан). Кварцові включення повністю де інтегровані.

- Етап 150 хвилин: Подальша обробка не призводить до візуально помітних структурних змін порівняно з двогодинним циклом (рис. 2).

Сировина з Куп'янського родовища через свою грудкувату структуру потребувала попередньої механічної підготовки ручним способом (рис. 3). Під час спроби подрібнення у млині виявилось, що через залишкову вологість матеріал не піддається дробленню, а нашаровується на внутрішніх стінках барабана вже після першої години роботи. Для усунення цього ефекту було впроваджено етап термічної підготовки: зразки витримувалися в сушильній шафі протягом 90 хвилин при температурі 240° С.

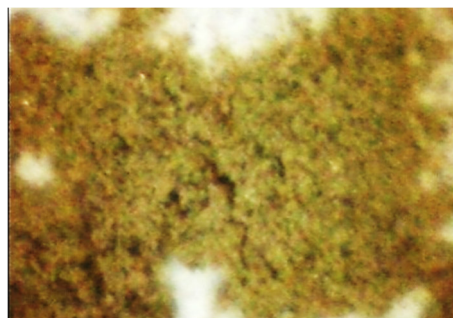
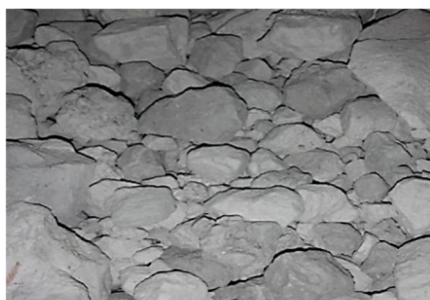


Рис. 2. Мікроструктура Прилуцького суглинку після механічного подрібнення протягом 150 хв (×200)



а



б

Рис. 3. Морфологія глини Куп'янського родовища:

а – первинний стан матеріалу (×2); б – підготовлена проба перед завантаженням у млин

У таблиці 1 наведено порівняльну характеристику досліджуваних мінеральних зразків.

Аналіз хімічного профілю виявив суттєві відмінності між сировиною з різних регіонів [3; 4]. Зокрема, глина з Куп'янського родовища (табл. 2) вирізняється аномально високим вмістом кальцію – 56,455%. Саме така концентрація Са зумовлює підвищену здатність матеріалу поглинати вологу та схильність до агломерації (утворення стійких грудок). Для порівняння, у табл. 3 систематизовано дані щодо елементного складу Прилуцької глини.

Таблиця 1

Фізико-хімічні параметри глинистої сировини

Показник	Опис та характеристики порошку
Органолептичні ознаки	Зразки суглинку з Прилуцького району відрізнялися за кольоровою гамою залежно від глибини відбору: пісочний (верхній шар), насичений червоний (другий шар) та світло-бурий (третій шар). Сировина з Куп'янського родовища мала сіро-біле забарвлення, високу гігроскопічність та текстуру, подібну до крейди.
Дисперсність (розмір частинок)	Отриманий нанодисперсний порошок характеризується розміром фракцій у діапазоні 6–10 нм.

Таблиця 2

Елементний аналіз мінеральної сировини Куп'янського родовища, %

Na	Mg	Al	K	Ca	Fe	Si	P	S	Cl
5,225	1,129	6,551	0,623	56,455	0,341	19,2	8,5	1,0-1,5	7,0

Таблиця 3

Процентний вміст хімічних компонентів у Прилуцькій глині, %

Na	Mg	Al	K	Ca	Fe	Si	S
0,815	0,586	8,822	1,179	1,405	1,917	73,243	2,5

Дослідження підтвердили, що попри різницю у концентрації кальцію та кремнію (Ca та Si), обидва типи мінералів містять базову силікатну основу (SiO_2 та Al_2O_3), а також комплекс природних модифікаторів у вигляді сполук калію, магнію та натрію. Наявність цих елементів робить обидва родовища перспективними джерелами сировини для створення антифрикційних та консерваційних мастильних композицій [5; 6].

1. Сокур М. І., Білецький В. С. Барабанні млини самоподрібнення : монографія. Київ : ФОП Халіков Р.Х. 2022. 225 с.

2. Теоретичні основи технології кераміки та скла : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» за освітньою програмою «Хімічні технології неорганічних в'язучих речовин, кераміки, скла та полімерних і композиційних матеріалів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. С. Суббота, Л. М. Спасьонова. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 206 с.

3. Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Гобиш В. С. Підвищення зносостійкості деталей введенням модифікаторів глин українських родовищ в наплавлення. *Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 24–25 листопада 2022 року м. Харків. С. 355–357.

4. Мельников В. Є., Рибалко І. М. Дослідження відновлювальних покриттів з введенням порошків глини у наплавлення на знос. *Молодь і технічний прогрес в АПК* : матеріали XX Міжнародної науково-практичної конференції, 26–27 листопада 2025 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2025. С. 362–364.

5. Паладійчук Ю.Б., Чорна Т.В. Методи та засоби консервації машин та механізмів. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сер. Технічні науки*. 2012. № 10, Т. 2 (59). С. 114–115.

6. Григоров А. Б. Виробництво пластичних масил з вторинної сировини. Харків-Тернопіль : НТУ «ХП», Видавництво «Крок», 2023. 188 с.

ЦИФРОВІ СТРАТЕГІЇ ЯК ЧИННИК РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Іванюта Микола

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Білічук С. М.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Логістична діяльність сьогодні переросла межі простого транспортування товарів. Це фундаментальна складова макроекономічної стабільності, що забезпечує складну взаємодію між виробничими потужностями, дистриб'юторами та кінцевими споживачами. В епоху глобалізації та стрімкого переходу до моделі e-commerce, логістика стає критичним чинником конкурентоспроможності.

Сучасний ринок диктує жорсткі умови: швидкість доставки стає ключовою перевагою, а точність виконання замовлень – обов'язковим стандартом. Окрім того, зростають вимоги до «гнучкої логістики», здатної миттєво адаптуватися до кризових явищ (пандемій, геополітичних змін, збоїв у ланцюгах постачання). У таких обставинах традиційні методи управління вичерпують свій ресурс, що робить цифровізацію неминучим етапом еволюції галузі [1].

Під цифровою трансформацією в логістиці слід розуміти не просто заміну паперових носіїв електронними, а фундаментальну перебудову бізнес-процесів. Це інтеграція інтелектуальних систем у кожен ланку ланцюга постачання – від закупівлі сировини до «останньої милі» доставки [2].

Основною метою цього процесу є створення Smart Logistics – системи, що здатна до самооптимізації на основі аналізу великих масивів даних. Це забезпечує:

- підвищення прозорості операцій;
- мінімізацію впливу людського фактора;
- зниження операційних витрат за рахунок усунення неефективних маршрутів та простоїв;
- формування сталих (екологічних) ланцюгів постачання, що відповідає сучасним концепціям «зеленої» економіки [3].

Технологія IoT виступає як «нервова система» сучасної логістики. Вона базується на використанні інтелектуальних датчиків, інтегрованих у транспортні засоби, контейнери та складське обладнання.

- Моніторинг у реальному часі: GPS-трекери та RFID-мітки дозволяють відстежувати геолокацію вантажу з точністю до метра.

- Контроль параметрів середовища: Для фармацевтичної та харчової продукції критично важливим є дотримання температурного режиму та рівня вологості. Датчики негайно сигналізують про відхилення, запобігаючи псуванню товару [4; 5].

- Ефективність палива: IoT-системи аналізують стиль водіння та технічний стан двигуна, що дозволяє знижувати витрати на ПММ та зменшувати викиди.

Big Data та прогностична аналітика

Логістичні компанії щодня генерують терабайти даних. Використання інструментів Big Data дозволяє перетворити цей масив інформації на стратегічний актив.

- Прогнозування попиту: Алгоритми аналізують сезонні коливання та ринкові тренди, дозволяючи заздалегідь планувати обсяги запасів.

- Оптимізація маршрутів: Врахування погодних умов, дорожнього трафіку та графіків ремонтних робіт у режимі реального часу [6; 7].

Блокчейн та безпека транзакцій

Технологія розподіленого реєстру вирішує головну проблему логістики – проблему довіри між учасниками.

- Прозорість: Кожен етап переміщення вантажу фіксується в незмінному реєстрі, що унеможливорює підробку документів або маніпуляції з даними.

- Смарт-контракти: Автоматичне виконання платежів при досягненні вантажем певної точки, що пришвидшує фінансовий обіг та знижує потребу в посередниках [8].

Цифровізація неможлива без впровадження комплексного програмного забезпечення, яке об'єднує різні підрозділи компанії в єдину інформаційну мережу.

- SCM (Supply Chain Management): Це стратегічна платформа для координації всіх учасників - від постачальника сировини до кінцевого споживача. Вона забезпечує синхронізацію попиту та пропозиції, мінімізуючи ризики дефіциту чи надлишку товарів [9].

- WMS (Warehouse Management System): Система управління складом, що автоматизує прийом, розміщення, відбір та відвантаження продукції. Впровадження WMS дозволяє:

1. Скоротити час на пошук товарів на складі.
2. Оптимізувати використання складського простору.
3. Знизити кількість помилок під час комплектації замовлень на 15–20% [10].

Найбільш перспективним напрямом трансформації є створення цифрових двійників – віртуальних копій реальних логістичних об'єктів чи процесів. Це дозволяє створювати безпечне середовище для експериментів [11].

Складові моделі цифрового двійника:

- Двійник складу: Віртуальна модель, що дозволяє протестувати нові схеми стелажного зберігання або алгоритми роботи роботів-сортувальників без зупинки реального складу.

- Двійник транспортної мережі: Моделювання потоків руху в межах міста або регіону для виявлення критичних точок перевантаження.

- Персоналізація через двійник замовлення: Аналіз профілю клієнта для створення індивідуальних умов доставки (наприклад, вибір конкретного часового вікна або типу пакування).

Незважаючи на очевидні переваги, процес впровадження інновацій супроводжується значними труднощами:

1. Кібербезпека: Чим вищий рівень цифровізації, тим вразливішою стає компанія до хакерських атак, що можуть паралізувати роботу цілого порту чи логістичного хаба.

2. Фінансові інвестиції: Висока вартість обладнання (дрони, сенсори, сервери) та програмного забезпечення вимагає тривалого періоду окупності.

3. Кадровий дефіцит: Ринок потребує «логістів нового покоління», які володіють знаннями в галузі аналізу даних та програмування.

4. Технологічна спадщина: Складність інтеграції сучасних AI-рішень у застарілі IT-системи, що створювалися десятиліття тому.

Отже, у висновку хочу сказати, що цифровізація логістичних систем – це не просто тренд, а необхідна умова виживання в сучасній економіці. Впровадження таких інструментів, як IoT, Big Data, Blockchain та Digital Twins, дозволяє трансформувати логістику з витратної частини бізнесу на потужний інструмент створення доданої вартості.

Ключем до успіху є системний підхід: поєднання сучасного програмного забезпечення (SCM, WMS) із фізичною автоматизацією та постійним навчанням персоналу. Компанії, які сьогодні інвестують у цифрову інфраструктуру, отримують стратегічну перевагу у вигляді гнучкості, прозорості та найвищого рівня задоволеності клієнтів у довгостроковій перспективі.

1. Цибуляк А. Г. Еволюція логістичних систем в умовах імперативізації цифрового переходу. *Інвестиції: практика та досвід*. 2025. № 6. С. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2025.6.27>
2. Птащенко О. В., Шершенюк О. М., Кізілов І. В. Вплив цифрової трансформації на інноваційну активність логістичних підприємств. *Журнал стратегічних економічних досліджень*. 2024. № 3. С. 140–149. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/28284>. (дата звернення: 27.04.2026).
3. Бізнес Брокер Денис Демчина. Цифрова трансформація в Україні: Тенденції та виклики. URL: <https://business-broker.com.ua/blog/tsyfrova-transformatsiia-v-biznesi-kliuchovi-aspekty-ta-perevahy/>. (дата звернення: 27.04.2026).
4. Канцедал Н., Лега О., Морозов Є. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації. *Економічний простір*. 2025. № 199. С. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.199.45-51>.
5. Блог YC.Market. Цифрові технології у логістиці. URL: <https://blog.youcontrol.market/tsifrovi-tiekhnologhiyi-u-loghistitsi/>.
6. Гуржій Н., Гавран В., Сапотницька Н. Цифрові технології та їхній вплив на управління логістичними процесами підприємств. *Економіка та суспільство*. 2023. № 55. DOI: <https://doi.org/10.32782>.
7. ТОВ «Елай Логістик». Використання великих даних (Big Data). URL: <https://allylogistic.com/%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85-big-data-%D0%B2-%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%81/>. (дата звернення: 27.04.2026).
8. Ціх Г., Суховерша В. Логістика в контексті цифрової трансформації. *Галицький економічний вісник*. 2024. № 6 (91). С. 44. URL: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2024.06.040.
9. FreshTech. SCM-система: Підходи до оптимізації логістичних процесів. URL: <https://freshtech.global/ua/blog/scm-system-how-to-optimize-logistics-processes>. (дата звернення: 27.04.2026).
10. eVNUIR: Домівка. Перспективи цифровізації в логістиці. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/19329/1/748-749.pdf>. (дата звернення: 27.04.2026).
11. Сержук А. В., Терентьєва А. Цифрові двійники в логістиці. *Збірник матеріалів IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*. 2024.

УДК 656.07

ПЛАНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Кирильчук Дмитро

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Вакуленко К. Є.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Особливістю планування логістичної діяльності підприємства в сучасних умовах є зростання складності логістичних систем, що обумовлено глобалізацією економіки, урбанізаційними процесами та підвищенням вимог до швидкості й надійності доставки. У міських умовах це проявляється у перевантаженні транспортної інфраструктури, збільшенні кількості операцій «останньої милі» та необхідності узгодження потоків різних видів транспорту.

Сучасний розвиток цифрових технологій суттєво трансформує підходи до управління логістичною діяльністю підприємств. Інтеграція інформаційних систем управління (ERP, TMS, WMS) дозволяє підвищити точність планування, забезпечити координацію між підрозділами та оптимізувати використання ресурсів. Використання технологій великих даних (Big Data), штучного інтелекту та систем GPS/IoT-моніторингу сприяє підвищенню ефективності управління транспортними потоками, дозволяє здійснювати прогнозування попиту та оптимізацію маршрутів у режимі реального часу.

Важливим напрямом розвитку сучасної логістики є впровадження концепції «зеленої логістики», що передбачає мінімізацію негативного впливу транспортно-логістичної діяльності на довкілля.

Результати сучасних досліджень, представлені у матеріалах міжнародної конференції *Green Cities 2026*, підтверджують актуальність інтеграції цифрових та екологічних підходів у логістичні системи. Зокрема, розглядаються питання використання електромобільного транспорту в міській логістиці, застосування інтелектуальних систем управління доставкою та впровадження моделей сталого розвитку міських транспортних мереж [1–4].

Типи транспортних засобів, що застосовуються у логістичній діяльності підприємств, визначаються характером вантажів, відстанню перевезень та вимогами до якості сервісу. У сучасних умовах особлива увага приділяється екологічній трансформації міської логістики.

Для міської логістики, зокрема операцій «останньої милі», дедалі ширше використовуються електромобілі та вантажні велосипеди, як ключові елементи екологічно орієнтованих систем доставки. Електромобілі забезпечують зниження викидів CO₂, зменшення рівня шумового забруднення та підвищення енергоефективності транспортних операцій, що особливо актуально для щільної міської забудови. Вантажні велосипеди, у свою чергу, є ефективним рішенням для коротких міських маршрутів, забезпечуючи високу маневреність, мінімальне навантаження на дорожню інфраструктуру та можливість доставки в зони з обмеженим автомобільним рухом.

Сучасні технології значно покращують взаємодію між учасниками логістичного процесу. Використання мобільних додатків, цифрових платформ, систем онлайн-відстеження вантажів та електронного документообігу забезпечує прозорість логістичних операцій, скорочує час реагування на зміни попиту та підвищує якість обслуговування клієнтів.

Таким чином, організація планування логістичної діяльності підприємства в умовах цифрової трансформації та сталого розвитку базується на інтеграції інформаційних

технологій, інтелектуальних систем управління та екологічно орієнтованих рішень. Поєднання цифровізації та «зеленої логістики» є ключовим фактором підвищення ефективності, адаптивності та конкурентоспроможності сучасних підприємств.

1. Galkin A., Davidich Y. User Experience and Operating Performance in Cargo Bike Selection for Sustainable Urban Delivery. *Green Cities 2026: Green Logistics for Greener Cities*. 2026. Paper 7. 15–17 April 2026, Szczecin, Poland. URL: https://green-cities.pm.szczecin.pl/wp-content/uploads/2026/04/GreenCities2026_paper_7.pdf (дата звернення: 25.04.2026).
2. Żuchowska W., Cudziłoa M., Kożuch B. Microhubs and socially responsible urban logistics. European insights and future development perspectives. *Green Cities 2026: Green Logistics for Greener Cities*. Conference Paper 11. 2026. URL: https://green-cities.pm.szczecin.pl/wp-content/uploads/2026/04/GreenCities2026_paper_11.pdf (дата звернення: 25.04.2026).
3. Smeraldo E., Angelia I, Marcucci E. Collaborative Governance for Urban Micro-Hubs under Deep Uncertainty: Evidence from Rome Logistics Living Lab. *Green Cities 2026: Green Logistics for Greener Cities*. Conference Paper 25. 2026. URL: https://green-cities.pm.szczecin.pl/wp-content/uploads/2026/04/GreenCities2026_paper_25.pdf (дата звернення: 25.04.2026).
4. Masłowska D., Dendera-Gruszkaa M., Giera J. Sustainable road mobility and safety in urban areas: risk assessment of urban bicycle-car transport systems. *Green Cities 2026: Green Logistics for Greener Cities*. Conference Paper 29. 2026. URL: https://green-cities.pm.szczecin.pl/wp-content/uploads/2026/04/GreenCities2026_paper_29.pdf (дата звернення: 25.04.2026).

УДК 656.13

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ КРІПІЛЬНИХ ВУЗЛІВ ЗАСОБАМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДИНАМІЧНИХ БЛОКІВ AUTOCAD

Кирилюк Назар

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.с.-г.н., доцент Сасюк З. К.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Сучасне машинобудування характеризується високими вимогами до точності, швидкості виконання конструкторських робіт і дотримання нормативної бази. Значна частина робочого часу інженера витрачається на створення стандартних елементів, зокрема кріпильних вузлів: болтів, гайок та шайб, які, хоча й є уніфікованими за стандартами, часто вставляються у вигляді статичних блоків. За оцінками практики проектування, до 30% часу витрачається саме на відтворення стандартних болтових з'єднань. Такий підхід супроводжується низкою проблем: імовірністю помилок при виборі довжини болта, невідповідністю кроку різьби, некоректним підбором шайб або гайок, а також труднощами під час формування специфікацій. У контексті переходу України на європейські стандарти ДСТУ EN (ISO) актуальним є впровадження інструментів, здатних автоматизувати ці процеси та мінімізувати вплив людського фактора.

Одним із таких інструментів є використання інтелектуальних динамічних блоків AutoCAD, які дозволяють створювати параметричні цифрові аналоги стандартних виробів.

Метою роботи є дослідження можливостей автоматизації проектування болтових кріпильних вузлів шляхом створення єдиного інтелектуального динамічного блоку в середовищі AutoCAD на прикладі болта стандарту ISO 4014. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: 1) проаналізувати особливості стандарту ISO 4014 для болтів з неповним різьбленням і шестигранною головкою; 2) розробити концепцію «розумного з'єднання» у вигляді єдиного динамічного блоку; 3) реалізувати параметричне керування геометрією болта; 4) показати переваги використання динамічних блоків порівняно зі статичними кресленнями; 5) оцінити вплив автоматизації на швидкість проектування та точність створення специфікацій.

Об'єктом дослідження є процес проектування кріпильних вузлів у системах автоматизованого проектування. Предметом дослідження є інтелектуальні динамічні блоки AutoCAD та методи їх використання для автоматизації параметричних болтових з'єднань відповідно до стандартів ДСТУ EN ISO.

В даній роботі ми досліджуємо концепцію «розумного з'єднання» шляхом створення «єдиного динамічного блоку» на прикладі болта ISO 4014 з неповним різьбленням і шестигранною головкою, клас точності А, В. Діаметр різьблення від М3 до М64, довжина болтів від 30 до 950 мм (рис. 1, табл. 1). Болти ISO 4014 використовуються для з'єднання та кріплення деталей та конструкцій у будівництві та машинобудуванні [1; 2]. На відміну від традиційного статичного креслення, такий блок містить логіку поведінки елементів залежно від заданих параметрів.

Основна ідея полягає в тому, що користувач не креслить кожен раз болти різних розмірів відповідно до параметрів, а працює з «розумним динамічним блоком», який автоматично адаптується до умов проекту.

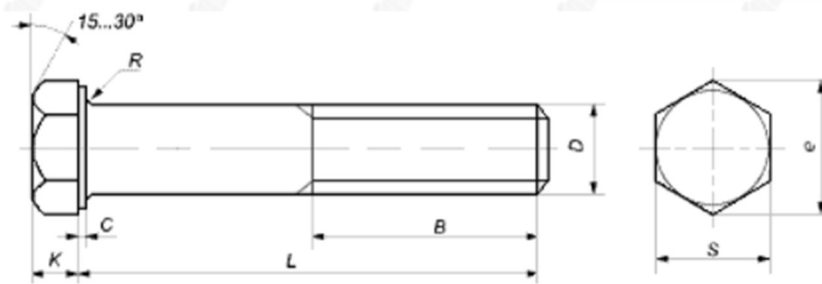


Рис. 1. Параметри болта ISO 4014 з неповним різьбленням і шестигранною головкою, клас точності А, В [1; 2]

Таблиця 1

Таблиця розмірів та характеристик болтів з неповною різьбою (ISO 4014) [1; 2]

Діаметр болта, мм	L, мм	B, мм	k, мм	e, мм
M10	40	26	6,4	17,77
M12	45	30	7,5	20,03
M14	50	34	8,8	23,36
M16	55	38	10	26,75
M18	55	42	11,5	30,14

Зауважимо, що у нових стандартах ISO для M10, M12, M14, M22 розміри під ключ змінені порівняно з ГОСТом.

Для автоматизації використані основні інструменти AutoCAD у вкладці меню «Block Editor»:

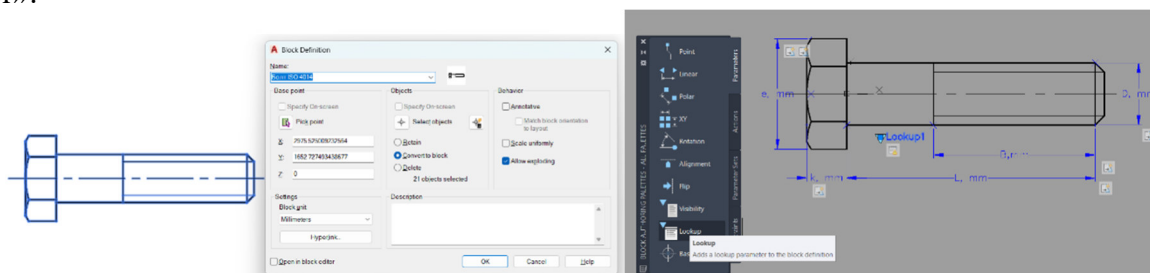


Рис. 2. Створення «розумного динамічного блока» болта

1. Linear Parameter + Stretch Action (лінійний параметр з дією розтягування) – цей інструмент дозволяє змінювати довжину болта шляхом перетягування керуючої ручки, зберігаючи правильне відносне розташування елементів (рис. 2).

2. Increment / List (крок або список значень) – даний механізм обмежує можливі значення довжини болта стандартним рядом (наприклад, 40, 45, 50 мм), що виключає появу нестандартних та некоректних розмірів (рис. 2).

3. Lookup Table (таблиця вибору) – таблиця пошуку забезпечує автоматичну зміну геометричних параметрів при зміні номінального діаметра різьби (рис. 3).

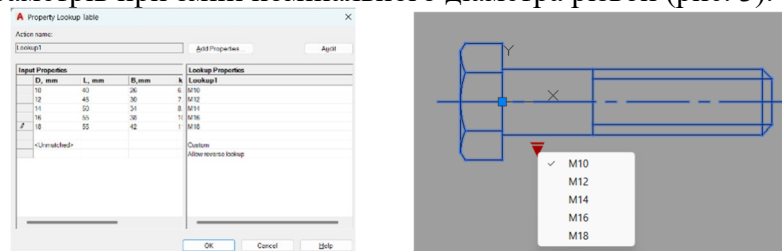


Рис. 3. Створення «розумного динамічного блока» болта

У випадку додавання до блоку гайки та шайби можна використовувати інші дієві інструменти: Visibility States (стани видимості) – за допомогою станів видимості можна реалізовувати швидке перемикання між різними конфігураціями вузла: болт з гайкою або без гайки; використання однієї або двох шайб; вигляд у розрізі або вигляд збоку. Однією з ключових переваг запропонованого рішення є можливість реалізації механізму, за якого гайка завжди залишається на кінці болта незалежно від товщини деталей, що з'єднуються. Такий функціонал наочно демонструє принципову перевагу динамічного блоку над статичним кресленням і наближає модель до реальної логіки монтажу.

Використання інтелектуальних динамічних блоків забезпечує також автоматизацію специфікацій до складальних креслень, що реалізується через функцію Data Extraction в AutoCAD і дозволяє миттєво отримати точні дані для закупівлі кріпильних виробів.

Висновки. У результаті виконаної роботи доведено, що використання інтелектуальних динамічних блоків у середовищі AutoCAD є ефективним засобом автоматизації проєктування кріпильних вузлів. Розроблений динамічний блок болтового з'єднання на основі стандарту ISO 4014 виступає цифровим аналогом стандартного виробу та забезпечує високу точність, гнучкість і відповідність сучасній нормативній базі.

Впровадження такого підходу дозволяє зменшити кількість помилок, скоротити час проєктування та перетворює AutoCAD з інструмента креслення на повноцінну систему автоматизованого проєктування. Запропоноване рішення має практичну цінність для інженерів-механіків, конструкторів і здобувачів технічної освіти та може бути розширене на інші типи стандартних з'єднань.

1. *ISO 4014 Болт*: вебсайт. URL: <https://metizmix.com.ua/iso/?view=iso-4014> (дата звернення: 01.05.2026).

2. *Таблиця відповідності стандартів DIN - ГОСТ, ISO*: вебсайт. URL: <https://metizmix.com.ua/din-gost-iso/> (дата звернення: 01.05.2026).

УДК 629

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО БЕЗКОНТАКТНОЇ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВІБРОАКУСТИЧНИХ ДАНИХ І ТЕХНОЛОГІЙ

Клещевников Данило

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Сакно О. П.

*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
пр. Дмитра Яворницького, 19, м. Дніпро, 49005*

Огляд дослідження полягає в сучасному розвитку автомобільного транспорту що являє собою різну конструктивну складність вузлів і агрегатів. Опираючись на стандартні методи діагностики, які потребують розбирання або прямого контакту з поверхнями, стають дедалі менше ефективними через високу трудомісткість та неможливість моніторингу в реальному часі. За для цього безконтактна віброакустична діагностика, заснована на аналізі звукових полів та лазерному вимірюванні вібрацій, відкриває шлях до створення нового типу технологій системи Predictive Maintenance, що означає прогнозоване обслуговування і насамперед критично важливим для автономного та електричного транспорту [1–4].

Завдяки технологічними напрями на прикладі лазерної віброметрії, який вимірює вібрації швидкості і зміщення використовуючи доплерівський зсув лазерного світла, відбитого від вібруючих поверхонь. Відповідно спрямовує лазерний промінь у точку вимірювання, і в міру руху поверхні частота відбитого світла зміщується пропорційно швидкості поверхні, приклад цього приладу розглянемо на рис. 1.



Рис. 1. Повнопольовий вібраційний аналіз за допомогою скануючого віброметра

За таким принципом можна побачити безконтактне дослідження, завдяки лазеру в результаті виявлено теплову карту вібрації на дверях автомобіля. Відповідно більш виражений колір передає найсильнішу вібрацію, що вказує на несправності. Зробивши аналіз сучасних підходів до безконтактної діагностики автомобілів із використанням вібро-акустичних технологій, дає можливість більш точно виявляти несправності.

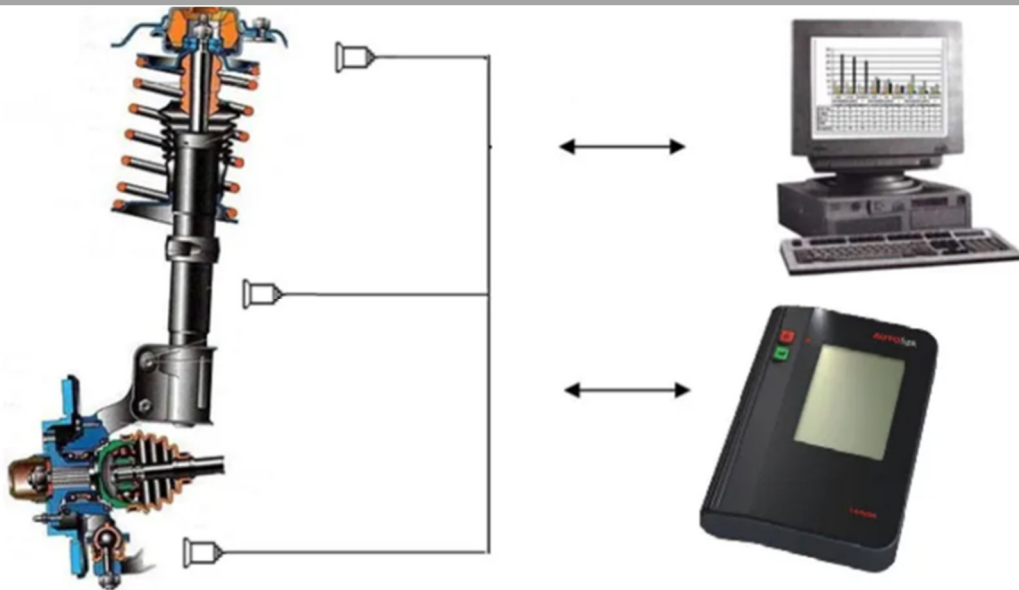


Рис. 2. Безконтактний метод діагностики шляхом віброакустичних сигналів [4]

Розглянемо метод діагностики, який дозволяє після ознайомчого аналізу виділити звуки із загальної кількості шумів підвіски та вказати на вузол, звук якого відрізняється від стандартного, справного. Таке рішення в діагностиці дозволяє значно знизити загальну трудомісткість, виключивши часткове або повне розбирання підвіски. В результаті, незважаючи на спрощення, точність виявлення несправностей лише зростає. Експерименти проводилися на реальних автомобілях, за допомогою датчиків можна було зчитувати опорні значення справних агрегатів, а також не справні місця. Після порівняння даних стало чітко видно, що розроблений метод дійсно може допомогти в діагностиці.

1. Що таке лазерна віброметрія? Безконтактне оптичне вимірювання. *Vibromera* : вебсайт. URL: <https://vibromera.eu/uk/glossary/laser-vibrometry/> (дата звернення: 29.04.2026).
2. Optical vibration testing drives progress. *Polytec* : вебсайт. URL: <https://www.polytec.com/en/vibrometry/solutions/industries/automotive> (дата звернення: 29.04.2026).
3. About Acoustic Imaging: Innovative and Advanced Leak Detection Equipment. *Fluke* : вебсайт. URL: <https://www.fluke.com/en/learn/blog/leak-detection/what-is-acoustic-imaging> (дата звернення: 29.04.2026).
4. Possibilities of Vibroacoustic Research and Diagnostics of Vehicles. *Create the Future Design Contest* : вебсайт. URL: <https://contest.techbriefs.com/2021/entries/automotive-transportation/10835-0320-060555-possibilities-of-vibroacoustic-research-and-diagnostics-of-vehicles> (дата звернення: 29.04.2026).

УДК 656.1

ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІД ЧАС МІЖМІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Козак Вадим

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – ст. викладач Дорошук В. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

У сучасних умовах трансформації економіки України ефективність транспортно-технологічних процесів (ТТП) стає критичним фактором для функціонування логістичних систем. Розвиток ринку транспортних послуг вимагає від підприємств постійного пошуку шляхів зниження собівартості перевезень при збереженні високої якості сервісу [1].

Транспортно-технологічний процес у міжміському сполученні – це складна система, що поєднує операції навантаження, безпосереднього переміщення та розвантаження вантажів. Дослідження особливостей формування ринку свідчить, що ключовим завданням є раціональне використання інфраструктури транспортної системи [2].

Оптимізація ТТП сьогодні базується на впровадженні інноваційних рішень, зокрема цифровізації управління. Вплив цифровізації на транспортну галузь проявляється у широкому застосуванні систем TMS (Transport Management System) [3; 4]. Застосування методів аналізу великих даних (Big Data) дає можливість прогнозувати ризики та оперативно коригувати транспортні ланцюги [5].

Структурну схему оптимізованого транспортно-технологічного процесу з використанням цифрових інструментів наведено на рисунку.



Рисунок. Етапи оптимізованого транспортно-технологічного процесу вантажоперевезень

Впровадження таких інструментів дозволяє суттєво покращити техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу. Для наочності, порівняльна характеристика ефективності традиційного та оптимізованого (цифрового) підходів до організації ТТП наведена у таблиці.

Таблиця

Порівняльна характеристика показників ефективності ТТП

Показник ефективності ТТП	Традиційний підхід	Оптимізований підхід (з TMS/WMS)
Точність доставки (On-Time Delivery)	75–80%	95–98%
Коефіцієнт використання пробігу	0,60–0,65	0,75–0,80
Час на планування магістрального маршруту	2–3 години	10–15 хвилин
Екологічність (викиди CO ₂)	Високий рівень	Зниження на 15–20%

Крім того, техніко-екологічна модернізація та використання сучасного рухомого складу дозволяє значно знизити витрати палива та зменшити негативний вплив на довкілля. Використання тягачів, що відповідають екологічним стандартам Euro-5 та Euro-6, у поєднанні

з оптимізацією маршрутів через TMS, мінімізує холості пробіги та простой транспорту. Це, своєю чергою, призводить до зменшення обсягів шкідливих викидів у розрахунку на один тонно-кілометр виконаної транспортної роботи.

Для коректної оцінки ефективності заходів, що впливають на транспортний процес у цілому, доцільно застосовувати комплекс взаємопов'язаних показників. Зокрема, заміна рухомого складу спричиняє зміни у значній кількості експлуатаційних параметрів, що вимагає використання інтегрованих критеріїв оцінки, які охоплюють як прямі результати, так і побічні ефекти від реалізованих перетворень.

Підвищення операційної ефективності автомобільного транспорту потребує комплексного вирішення низки взаємопов'язаних завдань: зменшення тривалості технологічних простоїв у процесі вантажно-розвантажувальних операцій, скорочення частки непродуктивних порожніх пробігів, максимального використання номінальної вантажопідйомності транспортних засобів, удосконалення системи маршрутного планування та підвищення рівня механізації й автоматизації вантажно-розвантажувальних процесів [7].

Економічний ефект від впровадження таких інструментів є визначальним для автотранспортних підприємств. Завдяки підвищенню коефіцієнта використання пробігу та точності доставки, компанії отримують можливість скоротити розмір транспортної складової у кінцевій вартості товарів. Зниження експлуатаційних витрат дозволяє реінвестувати зекономлені кошти в подальше оновлення автопарку та підвищення кваліфікації персоналу.

Таким чином, оптимізація транспортно-технологічного процесу у міжміському сполученні має базуватися на комплексному поєднанні сучасного автопарку та цифрових інструментів управління логістикою. Запропоновані шляхи оптимізації дозволяють забезпечити безперебійність постачання, підвищити продуктивність рухомого складу та гарантувати високу конкурентоспроможність транспортної системи.

1. Босняк М. Г. Вантажні автомобільні перевезення: навч. посіб. для студентів спеціальності «Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)». Київ : Видавничий дім «Слово», 2010. 408 с.

2. Попович П., Шевчук О., Мурований І. Підвищення ефективності технологій перевезень організаційними шляхами надання транспортних послуг. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2017. Вип. № 184. С. 124–130.

3. Никифорок О. І., Стасюк О. М., Чмирьова Л. Ю., Федяй Н. О. Цифровізація в транспортному секторі: тенденції та індикатори розвитку. *Статистика України*. 2019. № 4. Ч. 2. С. 48–64.

4. Сисоєв В. В. Інноваційні технології в транспортній логістиці. Харків : ХНАДУ, 2023. 184 с.

5. *Що таке великі дані (Big Data)?* *University.sigma.software* : вебсайт. URL: <https://university.sigma.software/what-is-big-data/> (дата звернення: 29.04.2026).

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

7. Дорошук В. О., Сорока В. С., Сліпенький Є. Б., Голотюк М. В., Бережний І. А. Удосконалення техніко-експлуатаційних показників роботи рухомого складу транспортного підприємства. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2024. Вип. 4(108). С. 380–388.

8. Дорошук В. О., Сліпенький Є. Б., Давідіч Ю. О. Оптимізація маршрутів вантажних перевезень за допомогою цифрових технологій. *Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту* : матер. VIII Міжнар. наук.-практ. конференції, 19–21 листопада 2025 року. Кропивницький : ЦНТУ, 2025. С. 55–56.

8. Дорошук В., Коваль А., Демидюк А. Оцінка впливу обсягів перевезень вантажів на експлуатаційно-економічні показники роботи автотранспортних підприємств. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем* : матер. Всеукр. наук.-техн. інтернет-конференції, 28–29 листопада 2019. Рівне : НУВГП, 2019. С. 96.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЬНИМИ ПАСАЖИРСЬКИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ

Колодюк Олександр, Шевчук Анастасія
здобувачі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Білічук С. М.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

У сучасних умовах швидкого розвитку цифрових технологій транспортні системи міст зазнають значних змін. Зростання чисельності населення, урбанізація та підвищення мобільності людей призводять до збільшення навантаження на транспортну інфраструктуру. У таких умовах традиційні методи управління пасажирськими перевезеннями часто виявляються недостатньо ефективними, що обумовлює необхідність використання нових технологічних рішень. Одним із найбільш перспективних напрямів є застосування штучного інтелекту для аналізу транспортних даних, прогнозування попиту на перевезення та оптимізації функціонування транспортних систем.

Штучний інтелект у транспортній сфері можна визначити як комплекс алгоритмів та методів аналізу даних, що дають можливість автоматизувати процеси прийняття управлінських рішень у транспортній системі на основі великих обсягів інформації. Такі технології здатні обробляти значні масиви даних, що надходять із різних джерел, зокрема GPS-систем, електронних квитків, мобільних додатків та сенсорів транспортної інфраструктури. Завдяки цьому транспортні оператори отримують можливість оперативно оцінювати стан транспортної мережі та приймати більш ефективні управлінські рішення.

Одним із ключових напрямів використання штучного інтелекту в управлінні пасажирськими перевезеннями є прогнозування пасажиропотоків. Точне прогнозування попиту на транспортні послуги є важливим елементом ефективного планування роботи громадського транспорту, оскільки дозволяє визначити необхідну кількість транспортних засобів на маршрутах та оптимально формувати розклад руху. Сучасні дослідження показують, що алгоритми глибокого навчання здатні з високою точністю прогнозувати попит на перевезення на основі аналізу великих масивів даних про поїздки пасажирів [1]. У таких моделях використовуються дані систем електронного квитка, що дозволяє враховувати часові закономірності попиту та особливості використання транспортної мережі.

Результати досліджень свідчать, що моделі на основі нейронних мереж здатні забезпечувати точність прогнозування пасажиропотоку понад 90%, що значно перевищує ефективність традиційних статистичних методів [1]. Це дозволяє транспортним операторам більш ефективно планувати роботу транспорту, зменшувати перевантаження на окремих маршрутах та підвищувати якість обслуговування пасажирів.

Іншим важливим напрямом використання штучного інтелекту є оптимізація маршрутної мережі. За допомогою алгоритмів машинного навчання можна моделювати різні сценарії функціонування транспортної системи та визначати найбільш ефективні варіанти організації перевезень. Дослідження у цій сфері показують, що використання гібридних нейронних мереж, які поєднують різні типи алгоритмів глибокого навчання, дозволяє одночасно вирішувати задачі прогнозування попиту та оптимізації маршрутів громадського транспорту [2].

Завдяки використанню таких моделей можна враховувати не лише часові фактори, але й просторові залежності між різними зупинками та маршрутами транспортної мережі. Це

дозволяє більш точно визначати оптимальну кількість транспортних засобів на маршрутах та підвищувати ефективність використання рухомого складу.

Особливу роль у розвитку інтелектуальних транспортних систем відіграють алгоритми глибокого навчання, які здатні аналізувати складні просторово-часові залежності транспортних потоків. Такі алгоритми можуть враховувати різні фактори, що впливають на транспортний попит, зокрема погодні умови, сезонні коливання, соціальні події та інші зовнішні чинники. Це значно підвищує точність прогнозування транспортних процесів і дозволяє більш ефективно планувати роботу транспортної системи [3].

У сучасних транспортних дослідженнях також широко використовуються методи моделювання пасажирських потоків. Зокрема, використання машинного навчання у поєднанні з мультиагентними моделями дозволяє аналізувати поведінку пасажирів та оцінювати ефективність різних сценаріїв організації транспортних перевезень. Такі моделі можуть використовуватися для оцінювання впливу змін у транспортній мережі, наприклад відкриття нових маршрутів або зміни розкладу руху, на рівень транспортного обслуговування населення [4].

Важливим напрямом розвитку цифрових транспортних систем є використання інтелектуальних транспортних систем у рамках концепції «розумного міста». У таких системах дані про транспортні потоки збираються у режимі реального часу та аналізуються за допомогою алгоритмів штучного інтелекту. На основі цього аналізу можуть формуватися рекомендації щодо оптимізації роботи транспортної мережі, зменшення заторів та підвищення ефективності використання транспортної інфраструктури.

Для України питання модернізації системи пасажирських перевезень є особливо актуальним. Значна частина транспортної інфраструктури українських міст була сформована ще у попередні десятиліття та потребує оновлення відповідно до сучасних вимог мобільності населення. Крім того, у великих містах спостерігається постійне зростання транспортних потоків, що створює додаткове навантаження на міську транспортну систему.

У цих умовах використання штучного інтелекту може стати важливим інструментом підвищення ефективності управління пасажирськими перевезеннями. В Україні вже проводяться дослідження, присвячені використанню нейронних мереж для прогнозування пасажиропотоків у міському транспорті. Наприклад, у дослідженні, виконаному на основі даних транспортної системи міста Львова, було розроблено модель нейронної мережі для прогнозування пасажирських потоків на маршрутах громадського транспорту. Результати дослідження показали, що використання таких моделей дозволяє підвищити точність прогнозування попиту на транспортні послуги та покращити планування роботи транспортних підприємств [5].

Застосування подібних технологій може сприяти більш ефективному використанню рухомого складу, зменшенню перевантаження на окремих маршрутах та підвищенню якості транспортного обслуговування населення. Крім того, використання штучного інтелекту може допомогти транспортним операторам оперативно реагувати на зміни транспортного попиту, що особливо важливо в умовах нестабільності та змін транспортної мобільності населення.

Таким чином, застосування технологій штучного інтелекту у сфері автомобільних пасажирських перевезень створює нові можливості для вдосконалення управління транспортними системами та підвищення ефективності їх функціонування. Аналіз сучасних досліджень свідчить, що використання алгоритмів машинного навчання дозволяє значно підвищити точність прогнозування пасажиропотоків, оптимізувати маршрутну мережу та покращити якість транспортного обслуговування населення.

Для України впровадження таких технологій може стати важливим кроком у модернізації транспортної системи та розвитку інтелектуальних транспортних систем. Використання штучного інтелекту у сфері управління пасажирськими перевезеннями сприятиме підвищенню ефективності використання транспортної інфраструктури,

покращенню якості транспортних послуг та забезпеченню сталого розвитку міських транспортних систем.

Важливою перевагою використання штучного інтелекту у сфері пасажирських перевезень є можливість інтеграції різних джерел транспортних даних у єдину систему аналізу. Сучасні транспортні системи генерують значну кількість інформації, зокрема дані GPS-моніторингу транспортних засобів, інформацію з систем електронного квитка, мобільних додатків для пасажирів, а також дані про дорожню ситуацію. Алгоритми машинного навчання дозволяють об'єднувати ці дані та аналізувати їх у комплексі, що значно підвищує точність прогнозування транспортних процесів та ефективність управлінських рішень. Завдяки цьому транспортні оператори можуть більш оперативно реагувати на зміни у транспортному попиті та адаптувати роботу транспортної мережі до актуальних умов.

Крім того, використання штучного інтелекту сприяє підвищенню ефективності використання транспортної інфраструктури. За допомогою інтелектуальних алгоритмів можна аналізувати завантаженість транспортних маршрутів, визначати ділянки з найбільшим пасажиропотоком та виявляти проблемні зони транспортної мережі. Такий аналіз дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо зміни маршрутів, коригування розкладів руху або збільшення кількості транспортних засобів на окремих напрямках. У результаті підвищується ефективність роботи транспортних підприємств та покращується доступність транспортних послуг для населення [2].

Для українських міст використання подібних технологій може мати особливо важливе значення. У багатьох містах України спостерігається нерівномірний розподіл пасажиропотоків, що призводить до перевантаження окремих маршрутів та недостатнього використання інших. Застосування алгоритмів штучного інтелекту для аналізу транспортних даних дозволить більш точно оцінювати реальний попит на перевезення та формувати більш ефективну маршрутну мережу. У довгостроковій перспективі це може сприяти підвищенню якості транспортного обслуговування населення та розвитку сучасних інтелектуальних транспортних систем у містах України.

Таким чином, подальше впровадження технологій штучного інтелекту у сфері управління автомобільними пасажирськими перевезеннями є перспективним напрямом розвитку транспортних систем. Використання сучасних алгоритмів аналізу даних дозволяє підвищити ефективність планування перевезень, оптимізувати роботу транспортної мережі та покращити якість транспортних послуг, що є важливим чинником сталого розвитку міської транспортної мобільності.

1. Applications of Artificial Intelligence in Transport: An Overview. Rusul Abduljabbar, Hussein Dia, Sohani Liyanage, Saeed Asadi Bagloee. *MDPI*: вебсайт. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/1/189> (дата звернення: 13.03.2026).

2. Incorporating weather conditions and travel history in estimating the alighting bus stops from smart card data. Tianli Tang, Ronghui Liu, Charisma Choudhury. *ScienceDirect*: вебсайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670719321274?via%3Dihub> (дата звернення: 13.03.2026).

3. Modeling Short-Term Passenger Flows in Metro and Bus Systems Using Meteorological Data: Deep Learning Model Comparisons. Cafer Yazıcıoğlu, Ali Payıdar Akgüngör. *MDPI*: вебсайт. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/11/6260> (дата звернення: 13.03.2026).

4. Travel Plans in Public Transit Networks Using Artificial Intelligence Planning Models. Fernando Elizalde-Ramírez, Romeo Sanchez Nigenda, Iris A. Martínez-Salazar, Yasmín Á. Ríos-Solis. *Taylor & Francis*: вебсайт. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08839514.2019.1582859> (дата звернення: 13.03.2026).

5. Мацелюх Ю. Р., Литвин В. В., Бублик М. І. Розробка нейронної мережі для прогнозування пасажиропотоків в громадському електротранспорті розумного міста. *Technology audit and production reserves*. Vol. 5(2(85)). P. 20–25. URL: <https://journals.uran.ua/tarp/article/view/339550> (дата звернення: 13.03.2026).

УДК 327:355.02

ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СТРУКТУРИ ПАРКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОТЕХНІКИ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СВІТОВОГО ДОСВІДУ

Кохан Василь

*Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного,
вул. Героїв Майдану 32, м. Львів, 79026*

Сучасний характер ведення бойових дій визначається високою динамікою, нелінійністю фронту, домінуванням інформаційно-мережевих технологій та широким застосуванням високоточної зброї. У таких умовах військова автомобільна техніка (далі – ВАТ) трансформується з допоміжного транспортного засобу у критичний елемент бойової системи, що забезпечує мобільність, живучість, оперативність реагування та інтеграцію підрозділів у єдине інформаційне середовище. Відповідно, аналіз типажу та структури парку ВАТ сучасних армій потребує системного підходу з урахуванням технічних, організаційних і тактичних аспектів.

Еволюція ВАТ після Другої світової війни має чітко виражену генераційну структуру. Перше післявоєнне покоління характеризувалося використанням простих повнопривідних шасі з обмеженою спеціалізацією, низьким рівнем уніфікації та відсутністю стандартизації. Друге покоління, що сформувалося у 1960–1970-х роках, відзначалося підвищенням прохідності, впровадженням централізованих систем регулювання тиску в шинах, розширенням типажу та покращенням тактико-технічних характеристик. Третє покоління, яке активно розвивалося у країнах НАТО, базувалося на принципах модульності, уніфікації та інтеграції з бойовими системами управління. Водночас у пострадянських країнах цей етап був реалізований лише частково, що призвело до технологічного відставання. Четверте покоління ВАТ, що формується з початку ХХІ століття, характеризується цифровізацією, автоматизацією, підвищеним рівнем захисту, впровадженням гібридних силових установок та роботизованих систем [1].

Ключовою ознакою сучасного розвитку ВАТ є зміна підходів до формування типажу. Якщо раніше домінував принцип універсальності, то сьогодні пріоритет надається функціональній диференціації. ВАТ класифікується за сферами застосування: машини переднього краю, машини забезпечення бойових дій та тилові транспортні засоби. Такий підхід дозволяє оптимізувати конструкцію кожного класу машин відповідно до умов експлуатації, зменшити надлишковість характеристик та підвищити ефективність використання ресурсів [1].

У сучасних арміях сформована багаторівнева класифікація ВАТ за масо-габаритними параметрами. Ультралегкі машини (до 2 т) призначені для десантних та спеціальних операцій і характеризуються високою мобільністю та можливістю транспортування авіаційними засобами. Легкі машини (до 5–6,3 т) становлять основу тактичної мобільності підрозділів та використовуються для розвідки, зв'язку і перевезення особового складу. Середньотонажні машини (до 12–14 т) є універсальними платформами для широкого спектра завдань, включаючи перевезення вантажів, встановлення спеціального обладнання та озброєння. Важкі машини (до 40 т) використовуються для транспортування значних обсягів матеріально-технічних ресурсів, а надважкі (до 100 т) – для перевезення бронетехніки та великогабаритних вантажів [2].

Визначальним параметром для всіх класів є навантаження на вісь, яке безпосередньо впливає на прохідність. У сучасних умовах спостерігається тенденція до зниження питомого навантаження при одночасному підвищенні загальної маси машин. Це досягається за рахунок

використання багатовісних схем, незалежних підвісок та нових матеріалів, що дозволяє зберегти високу мобільність навіть у складних умовах бездоріжжя.

Аналіз програм розвитку БАТ у країнах НАТО свідчить про їх системний і довгостроковий характер. Програми мають горизонт планування 10–20 років і передбачають значні інвестиції у дослідження та розробки. Основною метою є забезпечення технологічної переваги над потенційним противником шляхом впровадження інноваційних рішень. У США, зокрема, реалізовано програму переходу від HMMWV до Oshkosh L-ATV, що забезпечує значно вищий рівень захисту, мобільності та інтеграції з цифровими системами управління [3].

Однією з ключових тенденцій є зростання ролі захисту екіпажу. Досвід бойових дій останніх десятиліть показав, що основною загрозою є не лише стрілецька зброя, а й мінно-вибухові пристрої. Це призвело до появи класу MRAP, які мають V-подібне днище та спеціальні конструктивні рішення для розсіювання енергії вибуху. Впровадження таких машин суттєво знизило втрати особового складу [4].

Паралельно відбувається розвиток легких мобільних платформ, зокрема військових багті. Вони характеризуються високою швидкістю, маневреністю та можливістю швидкого розгортання. Такі машини активно використовуються у спеціальних операціях, розвідці та мобільній боротьбі з бронетехнікою. Їхня ефективність обумовлена поєднанням низької маси, високої питомої потужності та можливості встановлення різноманітного озброєння [5–6].

Ще одним важливим напрямом є роботизація БАТ. Безпілотні платформи дозволяють виконувати завдання у небезпечних умовах без ризику для особового складу. Вони використовуються для розвідки, транспортування вантажів, евакуації поранених та навіть ведення бойових дій. У цьому напрямі активно працюють США, Ізраїль та інші країни, реалізуючи програми створення роботизованих бойових машин [7].

Суттєвих змін зазнає і важка техніка. Зокрема, спостерігається тенденція переходу самохідної артилерії з гусеничних на колісні шасі. Це дозволяє значно підвищити оперативну мобільність, знизити витрати на експлуатацію та забезпечити швидке розгортання і зміну позицій. Прикладом є сучасні артилерійські системи на базі шасі «Tatra» [8].

У технічному аспекті розвитку БАТ можна виділити дві ключові тенденції. Перша – це перехід до незалежних підвісок з великим ходом, що забезпечує підвищення прохідності, швидкості руху та стабільності під час ведення вогню. Друга – впровадження гібридних силових установок, які дозволяють знизити теплову та акустичну помітність, а також підвищити енергоефективність [9].

Аналіз структури парку БАТ Збройних Сил України свідчить про наявність значних проблем. Основу парку становлять машини радянського виробництва, які морально та фізично застаріли. Рівень забезпеченості технікою становить близько 80%, при цьому значна частина машин має тривалий термін експлуатації та не відповідає сучасним вимогам.

Ключовими проблемами є низький рівень уніфікації, відсутність сучасної агрегатної бази, обмежені можливості модернізації та залежність від імпорتنих компонентів. У цих умовах необхідно реалізувати комплексну програму оновлення парку БАТ, орієнтовану на стандарти НАТО.

Досвід Польщі та інших постсоціалістичних країн демонструє ефективність такого підходу. Вони змогли здійснити повну трансформацію парку БАТ шляхом розвитку власного виробництва, впровадження нових стандартів та реалізації довгострокових програм модернізації [10].

Метою даного дослідження є формування науково обґрунтованих підходів до класифікації та формування перспективного типу БАТ ЗС України з урахуванням сучасних тенденцій та досвіду провідних країн.

У рамках дослідження встановлено, що перспективний тип БАТ має базуватися на принципах модульності, уніфікації та багаторівневої структури. Основу повинні становити уніфіковані платформи, які забезпечують можливість встановлення різних функціональних

модулів. Це дозволяє знизити витрати на експлуатацію, спростити логістику та підвищити гнучкість застосування.

Пропонується формування трирівневої структури парку ВАТ: тактичний рівень, оперативний рівень та стратегічний рівень. При цьому особливу увагу слід приділити розвитку середньотонажних платформ, які є найбільш універсальними та становлять основу автопарку.

Також необхідно забезпечити інтеграцію ВАТ у єдину інформаційну систему управління військами, впровадження роботизованих платформ та розвиток сучасної агрегатної бази.

Висновки. Сучасна ВАТ є ключовим елементом забезпечення мобільності та ефективності бойових дій. Її розвиток визначається переходом до модульних, уніфікованих та високотехнологічних платформ. Структура парку ВАТ має формуватися з урахуванням функціонального призначення та сучасних загроз. Збройні Сили України потребують комплексної програми модернізації ВАТ з орієнтацією на стандарти НАТО. Впровадження нових технологій, зокрема роботизації та гібридних систем, є необхідною умовою підвищення бойової ефективності.

1. Крайник Л. В., Грубель М. Г. Проблема оновлення автопарку Збройних Сил України та формування перспективного типу військової автомобільної техніки в аспекті сучасних тенденцій. *Озброєння та військова техніка*. 2018. Вип. 17(1). С. 24–31. [https://doi.org/10.34169/2414-0651.2018.1\(17\).24-31](https://doi.org/10.34169/2414-0651.2018.1(17).24-31).

2. Крайник Л. В., Гребеник О. М., Грубель М. Г., Кохан В. Ф. Концептуальні основи формування типу і структури парку колісної автотехніки збройних сил: ч. 1 Аналіз і тенденції розвитку в зарубіжних арміях. *Озброєння та військова техніка*. 2023. № 1(37). С. 33–37.

3. *JUST IN: Army Preparing New Tactical Wheeled Vehicle Strategy*. DEFENSE : вебсайт. URL: <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2026/2/24/army-preparing-new-tactical-wheeled-vehicle-strategy> (дата звернення: 05.04.2026).

4. Andrew Feickert. Mine-Resistant, Ambush-Protected (MRAP) Vehicles: Background and Issues for Congress. 2008. 6 с.

5. Laurent Lagneau. Les constructeurs de buggys tentent de séduire les forces spéciales françaises. 3 Avril 2019. URL: <http://www.opex360.com/2019/04/03/les-constructeurs-de-buggys-tendent-de-seduire-les-forces-speciales-francaises/> (дата звернення: 05.04.2026).

6. Polaris mrzr ltatv ~ part two. In April 2015 during the CJOAX 15-01 held at Fort Bragg in North Carolina I was able to take a close look at the Polaris MRZR LTATV, writes Carl Schulze. 28 Dec 2021. URL: <https://www.joint-forces.com/features/49557-polaris-mrzr-ltatv-part-two35> . (дата звернення: 05.04.2026).

7. Кохан В. Ф. Бойові можливості надлегких наземних транспортних машин. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2024. № 3(81). С. 64–76. <https://doi.org/10.30748/zhups.2024.81.10>.

8. Чому TATRA. Снівробітництво з TATRA Trucks A.S. : web site. URL: <https://tatra.com.ua/why-tatra/> (дата звернення: 05.04.2026).

9. Манзяк М. О., Крайник Л. В., Грубель М. Г. Тенденції розвитку конструкцій підвісок військових автомобілів. *Системи озброєння і військова техніка*. Харків, 2021. № 1(65). С. 27–35. DOI: 10.30748/soivt.2021.65.04

10. Transformation of the Polish Armed Forces: A perspective on the twentieth anniversary of Poland's membership in the North Atlantic Alliance. *Kwartalnik Bellona*. 2020. Vol. 700 (1). С. 33–47. DOI:10.5604/01.3001.0014.0213

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ПЕРЕВЕЗЕННЯ

Король Денис

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Прогнозування попиту на перевезення – це процес оцінки майбутніх обсягів пасажирських або вантажних перевезень на основі статистичних даних, економічних факторів і поведінки споживачів [1]. Широко використовується у транспортній логістиці, міському плануванні, роботі автопарків, залізниці, авіації та службах доставки.

Основними цілями прогнозування попиту на перевезення є забезпечення ефективної та безперебійної роботи транспортної системи, а також підвищення економічної результативності перевезень. Насамперед прогнозування дає можливість правильно планувати кількість транспортних засобів, необхідних для обслуговування пасажирів або перевезення вантажів у певний період часу. Це дозволяє уникати нестачі транспорту в години найбільшого навантаження та надлишку транспорту в періоди низького попиту. Важливою метою є також оптимізація маршрутів руху, завдяки якій транспортні підприємства можуть скорочувати час перевезень, зменшувати пробіг транспорту та підвищувати швидкість доставки пасажирів і вантажів. Прогнозування сприяє зменшенню витрат на паливо, технічне обслуговування, оплату праці персоналу та експлуатацію транспортних засобів, що позитивно впливає на прибутковість підприємств. Крім цього, воно допомагає уникати перевантаження транспортної мережі або простоїв транспорту, які призводять до економічних втрат і погіршення якості обслуговування. На основі прогнозів також здійснюється планування та розвиток транспортної інфраструктури, зокрема будівництво нових доріг, терміналів, станцій, складів і логістичних центрів. Ще однією важливою метою є підвищення якості транспортного обслуговування, адже точне прогнозування дозволяє забезпечити своєчасність перевезень, комфорт пасажирів, швидкість доставки вантажів і задоволення потреб споживачів транспортних послуг [2].

На попит на перевезення впливає велика кількість економічних, соціальних, демографічних і природних факторів, які визначають потребу населення та підприємств у транспортних послугах. Одним із найважливіших факторів є чисельність населення, оскільки зі збільшенням кількості людей зростає потреба у пасажирських перевезеннях, особливо у великих містах та промислових регіонах. Значний вплив має також рівень доходів населення: зі зростанням доходів люди частіше користуються транспортом для роботи, відпочинку, подорожей та інших потреб. Водночас низький рівень доходів може зменшувати обсяги поїздок або змушувати населення обирати дешевші види транспорту. Важливим фактором є урбанізація, тобто зростання міст і концентрація населення у міських районах, що призводить до збільшення пасажиропотоків та необхідності розвитку громадського транспорту [3–5].

Суттєво на попит впливає сезонність. У різні пори року потреба у перевезеннях може змінюватися: наприклад, у літній період зростає кількість туристичних поїздок, а взимку можуть збільшуватися перевезення певних видів товарів. Також значення мають погодні умови, адже несприятлива погода може ускладнювати роботу транспорту або змінювати інтенсивність перевезень. Наприклад, сильні снігопади, ожеледиця чи зливи можуть знижувати швидкість руху та збільшувати затримки. Одним із ключових факторів є вартість транспортних послуг і ціни на паливо. Підвищення тарифів часто призводить до скорочення

попиту на перевезення, тоді як доступні ціни стимулюють активніше користування транспортом.

Для вантажних перевезень особливо важливими є економічні фактори. Обсяги виробництва безпосередньо впливають на кількість вантажів, які необхідно перевозити між підприємствами, складами та споживачами. Розвиток промисловості, сільського господарства, будівництва та торгівлі сприяє збільшенню потреби у транспортних послугах. Значну роль відіграє міжнародна торгівля, оскільки експорт та імпорт товарів потребують розвинутої транспортної системи та стабільних логістичних маршрутів. На попит також впливає стан економіки держави: у період економічного зростання обсяги перевезень зазвичай збільшуються, а під час криз або спадів – зменшуються.

Важливим чинником є рівень розвитку транспортної та логістичної інфраструктури. Наявність якісних доріг, залізничних колій, портів, аеропортів, складів і логістичних центрів сприяє швидкому та ефективному перевезенню пасажирів і вантажів. Якщо інфраструктура недостатньо розвинена або перебуває у незадовільному стані, це може зменшувати попит через затримки, високі витрати та низьку якість транспортного обслуговування. Крім того, важливу роль відіграють науково-технічний прогрес і впровадження сучасних технологій, таких як GPS-навігація, автоматизовані системи управління перевезеннями, електронні квитки та цифрові логістичні платформи, які роблять транспортні послуги більш зручними та ефективними.

Також на попит на перевезення впливають політичні та соціальні фактори. Державна транспортна політика, рівень розвитку міжнародних відносин, митні правила, екологічні вимоги та безпекова ситуація можуть як стимулювати, так і обмежувати транспортну діяльність. Наприклад, введення нових митних обмежень або воєнної дії можуть значно скоротити обсяги міжнародних перевезень. Соціальні фактори, такі як рівень зайнятості населення, розвиток туризму, освіти та сфери послуг, також формують потребу у транспортних перевезеннях. Таким чином, попит на перевезення є результатом комплексного впливу багатьох взаємопов'язаних факторів, які необхідно враховувати під час планування та прогнозування роботи транспортної системи.

Процес прогнозування попиту на перевезення складається з кількох послідовних етапів, кожен з яких має важливе значення для отримання точного та обґрунтованого прогнозу. Першим етапом є збір та підготовка інформації. На цьому етапі здійснюється накопичення статистичних даних про обсяги пасажирських або вантажних перевезень за попередні періоди, вивчаються показники роботи транспорту, маршрути руху, кількість пасажирів, тоннаж вантажів, сезонні коливання, а також інші фактори, що можуть впливати на попит. Джерелами інформації можуть бути транспортні підприємства, державна статистика, результати маркетингових досліджень, GPS-системи та електронні бази даних. Після збору інформації проводиться її перевірка, систематизація та аналіз для виявлення основних тенденцій і закономірностей.

Другим етапом є аналіз факторів, що впливають на попит на перевезення. На цьому етапі визначаються економічні, соціальні, демографічні, сезонні та технічні чинники, які можуть змінювати обсяги перевезень. Досліджується вплив чисельності населення, рівня доходів, розвитку промисловості, цін на паливо, тарифів, стану транспортної інфраструктури, погодних умов та інших показників. Аналіз факторів дозволяє зрозуміти причини змін попиту та оцінити можливий вплив різних умов у майбутньому.

Наступним етапом є вибір методу або моделі прогнозування. Залежно від поставленої мети, обсягу інформації та характеру перевезень обираються відповідні методи прогнозування. Це можуть бути прості статистичні методи, наприклад метод середнього значення чи ковзного середнього, економіко-математичні моделі, регресійний аналіз, імітаційне моделювання або сучасні методи машинного навчання та штучного інтелекту. Вибір моделі має велике значення, оскільки саме від неї залежить точність і надійність прогнозу.

Після вибору моделі здійснюється безпосередній розрахунок прогнозу. На цьому етапі виконуються математичні обчислення, будуються графіки, таблиці та моделі, за допомогою яких визначаються очікувані обсяги перевезень на майбутній період. Прогноз може бути короткостроковим, середньостроковим або довгостроковим залежно від потреб транспортного підприємства чи організації. Отримані результати дозволяють оцінити майбутнє навантаження на транспортну систему та підготуватися до можливих змін.

Важливим етапом є перевірка точності прогнозу. Для цього прогнозовані результати порівнюють із фактичними даними після завершення прогнозованого періоду. Використовуються спеціальні показники точності, такі як середня абсолютна помилка, середня відносна помилка та інші статистичні критерії. Перевірка дозволяє визначити, наскільки правильно була побудована модель і чи можна використовувати її надалі [6].

Останнім етапом є коригування та вдосконалення прогнозної моделі. Якщо виявлено значні відхилення між прогнозованими та фактичними показниками, модель уточнюється з урахуванням нових даних і змін умов функціонування транспортної системи. Постійне оновлення інформації та вдосконалення методів прогнозування дає можливість підвищити точність прогнозів і забезпечити ефективне управління транспортними перевезеннями. Таким чином, етапи прогнозування попиту на перевезення є взаємопов'язаними та утворюють єдиний процес, спрямований на забезпечення ефективного функціонування транспортної системи.

Прогнозування попиту на перевезення має важливе практичне значення, оскільки дає змогу транспортним підприємствам і логістичним компаніям ефективно планувати свою діяльність. Завдяки прогнозуванню можна визначити майбутні обсяги пасажирських або вантажних перевезень, раціонально використовувати транспортні засоби, зменшувати витрати на перевезення та уникати простоїв. Крім того, прогнозування сприяє покращенню логістики, підвищенню ефективності роботи транспортної системи, оптимізації маршрутів і графіків руху, а також допомагає планувати розвиток транспортної інфраструктури відповідно до потреб населення та економіки.

1. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2011. 170 с.
2. Shapenko Y., Kotova S., Halona I., Bilonoh O., Yaroshevskyy V. Methods of forecasting freight transportation in logistics. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2023; Vol. 2(4). P. 79–86. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20230204.09>
3. Грабовецький Б. Є. Планування та економічне прогнозування : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2013. 66 с.
4. Пілько А. Д. Прогнозування соціально-економічних процесів : конспект лекцій. Івано-Франківськ, 2011. 81 с.
5. Грабовецкий Б. Є. Основы экономического прогнозування : навч. посіб. Вінниця : ВФ ТАНГ, 2000. 209 с.
6. Barbakaru D., Chebanova T. Methods for forecasting freight transportation of transport companies. *Development of management and entrepreneurship methods on transport*. 2022. Vol. 3(80). P. 78–86. <https://doi.org/10.31375/2226-1915-2022-3-78-86>.

УДК 656.13:004:658.5

СУЧАСНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ ТА ЇХ РОЛЬ У ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кузнець Павло

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Сучасний розвиток автомобільного транспорту супроводжується активним впровадженням новітніх транспортних технологій, які суттєво змінюють підходи до організації перевезень і управління транспортними процесами. Умови глобалізації економіки, зростання обсягів вантажообігу та підвищення вимог до якості логістичного обслуговування зумовлюють необхідність підвищення ефективності перевезень. Саме тому сучасні транспортні технології стають ключовим інструментом забезпечення конкурентоспроможності автомобільного транспорту [1].

Під транспортними технологіями розуміють сукупність методів, засобів і організаційних рішень, спрямованих на оптимізацію процесів перевезення вантажів і пасажирів. Вони охоплюють планування маршрутів, управління рухом транспортних засобів, організацію навантажувально-розвантажувальних робіт, забезпечення збереження вантажів та контроль за виконанням перевезень. У сучасних умовах ці технології дедалі більше інтегруються з інформаційними системами, що дозволяє підвищити точність, швидкість і надійність транспортних операцій [2].

Одним із найважливіших напрямів розвитку транспортних технологій є цифровізація. Використання інформаційно-комунікаційних систем дає змогу здійснювати моніторинг транспортних засобів у режимі реального часу, контролювати їх технічний стан і координувати роботу водіїв [3]. Завдяки застосуванню GPS-навігації, систем диспетчеризації та спеціалізованого програмного забезпечення значно підвищується ефективність управління транспортними потоками. Це дозволяє зменшити простой, скоротити витрати пального та оптимізувати використання рухомого складу.

Важливу роль у підвищенні ефективності перевезень відіграє оптимізація маршрутів. Сучасні транспортні технології дозволяють враховувати велику кількість факторів, таких як стан дорожньої мережі, інтенсивність руху, погодні умови та обмеження інфраструктури. Використання алгоритмів оптимізації сприяє скороченню часу доставки, зниженню витрат і підвищенню рівня обслуговування клієнтів [4]. Крім того, раціональне планування маршрутів сприяє зменшенню негативного впливу транспорту на навколишнє середовище.

Значний вплив на ефективність перевезень мають логістичні технології. Вони передбачають комплексний підхід до організації транспортних процесів, включаючи управління запасами, складування, пакування та розподіл вантажів [5]. Інтеграція автомобільного транспорту з іншими видами транспорту в рамках мультимодальних перевезень дозволяє досягти більш високого рівня ефективності та гнучкості. Завдяки цьому забезпечується скорочення витрат і підвищення швидкості доставки.

Окрему увагу слід приділити інтелектуальним транспортним системам. Вони базуються на використанні сучасних інформаційних технологій, засобів зв'язку та автоматизації управління [6]. Такі системи дозволяють здійснювати прогнозування транспортних потоків, автоматично регулювати рух і забезпечувати безпеку перевезень. Впровадження

інтелектуальних транспортних систем сприяє підвищенню пропускної здатності доріг, зменшенню заторів і покращенню екологічних показників.

Не менш важливим є розвиток технологій управління автопарком. Сучасні системи флот-менеджменту забезпечують контроль за використанням транспортних засобів, аналіз витрат, планування технічного обслуговування та оцінку ефективності роботи водіїв. Це дозволяє підвищити продуктивність праці, знизити експлуатаційні витрати та продовжити термін служби транспортних засобів.

Важливим чинником підвищення ефективності перевезень є також удосконалення технологій навантаження та розвантаження. Використання сучасних механізмів і автоматизованих систем дозволяє скоротити час виконання цих операцій і зменшити ризик пошкодження вантажу. Контейнеризація, палетизація та стандартизація вантажних одиниць сприяють підвищенню ефективності обробки вантажів і зниженню витрат.

Суттєву роль відіграє впровадження екологічно орієнтованих транспортних технологій. Використання енергоефективних транспортних засобів, альтернативних видів пального та оптимізація транспортних процесів дозволяють зменшити викиди шкідливих речовин і знизити негативний вплив на довкілля [7]. У сучасних умовах екологічний аспект стає важливим критерієм оцінки ефективності транспортних систем.

Таким чином, сучасні транспортні технології на автомобільному транспорті є комплексним інструментом підвищення ефективності перевезень. Вони охоплюють широкий спектр рішень – від цифровізації та автоматизації до логістичної інтеграції та екологізації транспортних процесів. Їх впровадження дозволяє скоротити витрати, підвищити якість обслуговування, забезпечити безпеку перевезень і мінімізувати вплив на навколишнє середовище.

У перспективі розвиток транспортних технологій буде пов'язаний із подальшою цифровою трансформацією, впровадженням штучного інтелекту, автономних транспортних засобів і «розумної» інфраструктури. Це відкриває нові можливості для підвищення ефективності автомобільного транспорту та формування сучасних логістичних систем, здатних забезпечити високий рівень обслуговування в умовах зростаючих вимог ринку..

1. Rodrigue J.-P., Comtois C., Slack B. The Geography of Transport Systems. New York : Routledge. 2006. URL: https://geonass.at.ua/_ld/0/34_The_Geography_o.pdf. (дата звернення: 27.04.2026).

2. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Варчук В. В. Організація автомобільних перевезень : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2017. 139 с. URL: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2022/Kashkanov_2017_139.pdf. (дата звернення: 27.04.2026).

3. Максименко А. Вплив цифрових технологій на ефективність транспортних систем: аналітичний підхід. *Грааль науки* : Міжнародний науковий журнал. 2025. Вип. 54. С. 191–197. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.18.07.2025.019>.

4. Karkouri E. N., Hassine L., Ledmaoui Y. et al. Enhancing route optimization in road transport systems through machine learning: a case study of the Dakhla-Paris corridor. *Future Transportation*. 2025. Vol. 5(2). Article 60. URL: <https://www.mdpi.com/2673-7590/5/2/60>. (дата звернення: 27.04.2026).

5. Логістика : навч. посіб. / Безугла Л. С., Юрченко Н. І., Ільченко Т. В., Пальчик І. М., Воловик Д. В. Дніпро : Пороги, 2021. 252 с. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/server/api/core/bitstreams/69f4f0ad-03e2-4c7f-973a-2571e6b4ef77/content>. (дата звернення: 27.04.2026).

6. Ахромкін Є. М., Хорошилова І. О., Кучменко В. О. Удосконалення механізму управління транспортною системою міста : монографія. Харків : Бровін О.В., 2019. 254 с.

7. Sperling D., Gordon D. Two Billion Cars: Driving Toward Sustainability. New York : Oxford University Press, 2009. 322 p.

УДК 621.833.65

ПАТЕНТНИЙ ПОШУК ВАЖЛИВИЙ ФАКТОР МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕХАНІЧНИХ ПРИВОДІВ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

Лисицький Максим

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Похильчук І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Механічні приводи є невід’ємною частиною сучасної техніки та промисловості. Вони використовуються в транспорті, виробничих системах (верстатах), енергетиці та багатьох інших галузях. Вони є найбільш поширеними, оскільки мають:

- просту конструкцію;
- високий коефіцієнт корисної дії (к.к.д.);
- надійність у роботі.

Основними елементами механічних приводів є:

- механічні передачі (зубчасті, пасові, ланцюгові);
- вали та муфти;
- підшипники.

У сучасних умовах стрімкого розвитку технологій зростають вимоги до ефективності, надійності та екологічності обладнання. Саме тому модернізація механічних приводів стає надзвичайно актуальною [1].

Основними напрямками вдосконалення є:

- підвищення к.к.д.;
- зменшення шуму і вібрацій;
- збільшення довговічності;
- зменшення габаритів і маси;
- інтеграція з інтелектуальними системами керування.

Модернізація механічних приводів спрямована на комплексне вдосконалення їх характеристик.

Підвищення ефективності та надійності забезпечує:

- зменшення втрат енергії;
- високу точність передачі;
- низький рівень шуму;
- підвищену міцність.

Використання нових матеріалів для виготовлення елементів приводів (високоміцні сплави, композитні матеріали, зносостійкі покриття) дозволяє:

- зменшити масу;
- збільшити термін служби;
- підвищити надійність роботи.

Важливим напрямом є оптимізація конструкції, що досягається вдосконаленням:

- профілю зубів передачі;
- систем змащення;
- конструкції редукторів.

Застосування математичного моделювання дозволяє:

- зменшити тертя,
- підвищити точність,

- покращити роботу механізмів.

Сучасні розробки демонструють активне впровадження нових технологій. Використання безступінчастої трансмісії дозволяє:

- плавно змінювати передатне число;
- оптимізувати роботу двигуна;
- зменшити витрати енергії.

Використання електроніки та автоматизації дає можливість:

- адаптувати роботу приводу до умов експлуатації;
- підвищити ефективність;
- зменшити знос деталей.

Сучасні механічні системи часто поєднують механічні та електронні компоненти, утворюючи мехатронні системи. Це дозволяє створювати «розумні» системи з високим рівнем автоматизації.

Незважаючи на значні досягнення, існують певні проблеми:

- складність конструкцій,
- висока вартість модернізації,
- необхідність високоточного виробництва.

Перспективні напрями розвитку:

- впровадження штучного інтелекту,
- використання сенсорів та IoT,
- створення енергоефективних систем,
- розвиток безконтактних передач (магнітних).

Одним із ключових етапів модернізації механічних приводів є проведення патентного пошуку. Він дозволяє дослідити існуючі технічні рішення, уникнути дублювання вже відомих розробок та визначити перспективні напрямки вдосконалення.

Патентний пошук має велике значення як для науковців, так і для інженерів, оскільки виконує кілька важливих функцій.

По-перше, він дозволяє оцінити новизну технічного рішення. Перед створенням або модернізацією механічного приводу необхідно переконатися, що запропонована ідея не була реалізована раніше. Це допомагає уникнути порушення прав інтелектуальної власності та забезпечує можливість отримання патенту.

По-друге, патентний пошук дає змогу проаналізувати сучасний рівень розвитку техніки. Завдяки цьому можна виявити:

- актуальні тенденції розвитку механічних приводів,
- найбільш ефективні конструктивні рішення,
- новітні технології та матеріали.

По-третє, він допомагає знайти оптимальні інженерні рішення. Аналіз уже існуючих патентів дозволяє вдосконалювати конструкції, комбінувати різні технології та створювати більш ефективні системи.

Крім того, патентний пошук має стратегічне значення. Він дозволяє:

- оцінити рівень конкуренції у галузі,
- визначити провідні компанії та напрямки їх діяльності,
- знайти можливості для впровадження інновацій.

Особливо важливо враховувати міжнародні класифікації (наприклад, IPC), які дозволяють систематизувати інформацію та швидко знаходити необхідні технічні рішення у сфері механічних передач і приводів [2].

Наприклад, порівняємо основні напрямки і аспекти вдосконалення механічних приводів машин і механізмів. Результати занесемо в таблицю.

Таблиця

Порівняння перспективних напрямків розвитку механічних приводів

Напрямок	Ключові технології/принципи	Основні переваги	Потенційні виклики/обмеження	Рівень технологічної готовності (загальна оцінка)	Перспектива застосування
1	2	3	4	5	6
Інтелектуальні та адаптивні системи	Адаптивні КЗП, електронні диференціали, інтегроване керування двигуном, дистанційна діагностика, AI, IoT, сенсори	Підвищення комфорту, паливної ефективності, точності керування, можливості предиктивного обслуговування, самодіагностика	Складність алгоритмів, кібербезпека, вартість інтеграції, потреба у висококваліфікованих кадрах	Високий (активне впровадження в автомобільній та промисловій автоматизації)	Автомобілі, промислова автоматизація, робототехніка, «розумні» машини
Магнітні приводи та передачі	Безконтактна передача крутного моменту, постійні магніти (NdFeB), оптимізація топологій (CMGs, планетарні), м'які магнітні композити (SMCs)	Відсутність зносу, низькі втрати на тертя, висока ефективність, низький рівень шуму, захист від перевантажень, низькі вимоги до обслуговування	Обмеження щільності крутного моменту через насичення матеріалів, вартість високоенергетичних магнітів, складність виробництва, теплові проблеми	Середній (активні R&D, обмежене комерційне застосування)	Вітроенергетика, електромобілі, високоточні верстати, медичне обладнання, аерокосмічна галузь
Активний контроль вібрації	Інтегральні контролери, керування ковзним режимом (SMC), позитивний зворотний зв'язок за положенням (PPF), п'єзоелектричні актуатори /сенсори, ультразвукові	Підвищення точності, надійності, терміну служби обладнання, покращення якості обробки, зниження шуму	Складність проектування, потреба в очних моделях системи, вартість сенсорів та актуаторів, енергоспоживання активних систем	Високий (широке застосування в авіації, промисловості, MEMS)	Високоточні верстати, авіаційна та аерокосмічна техніка, робототехніка, автомобільна промисловість, MEMS

продовження таблиці

1	2	3	4	5	6
Розширення сфери використання електроприводів	Синхронні двигуни з постійними магнітами (PMSM), частотне керування (скалярне, векторне), оптимізація к.к.д.	Висока енергоефективність, малий розмір, надійна робота, широкий діапазон швидкостей, екологічність, точне керування	Залежність від акумуляторних технологій (для мобільних застосувань), вартість потужних електроприводів, теплові режими, потреба в складних системах керування	Дуже високий (домінуючий тренд у багатьох галузях)	Електромобілі, промислові верстати, побутова техніка, робототехніка, відновлювана енергетика

Таким чином, патентний пошук є не лише допоміжним етапом, а важливим інструментом інноваційної діяльності. Він забезпечує наукову обґрунтованість модернізації механічних приводів, сприяє розвитку нових технологій та підвищує конкурентоспроможність технічних рішень.

1. Похильчук І. О., Стрілець О. Р. Аналіз конструкції, обладнання та способів керування сучасними верстатами для механічної обробки матеріалів. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2025. Вип. 1(109). С. 424–437.

2. Міжнародна патентна класифікація (МПК-2026.01). URL: <https://base.nipo.gov.ua/mpk2009/index.html?level=c&version=2> (дата звернення: 30.04.2026).

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ В УМОВАХ МІСТА

Мазярчук Михайло

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – ст. викладач Дорошук В. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Стрімкий рівень автомобілізації та ущільнення міської забудови призводять до значного переважання вулично-дорожньої мережі (ВДМ). Це супроводжується зниженням швидкості сполучення, утворенням заторів та підвищенням рівня аварійності. Організація безпечного та ефективного дорожнього руху на складних міських перехрестях є одним із найважливіших завдань сучасної транспортної логістики та урбаністики, що потребує комплексного науково-практичного підходу [1; 2].

Організація дорожнього руху полягає у підвищенні рівня безпеки дорожнього руху та ефективності функціонування транспортної мережі міста шляхом розробки інженерно-організаційних заходів на основі аналізу існуючих транспортних потоків [3; 4].

Для вирішення поставлених завдань застосовувалися: метод натурних спостережень (відеофіксація та підрахунок інтенсивності руху транспорту за напрямками), статистичний аналіз отриманих даних, метод картографування конфліктних точок, а також SWOT-аналіз для комплексної оцінки транспортних вузлів.

В ході дослідження було проведено детальний аналіз функціонування складових вулично-дорожньої мережі міста Рівне. Основний акцент було зроблено на вивченні проблемних ділянок з високим ступенем транспортного завантаження та підвищеним ризиком виникнення ДТП.

Для об'єктивної оцінки поточного стану організації руху на вказаних перехрестях було застосовано SWOT-аналіз.

- Сильні сторони (S): наявність регульованого руху та базової розмітки.
- Слабкі сторони (W): неоптимальний розподіл транспортних потоків по смугах (особливо при здійсненні лівого повороту), недостатня видимість на окремих підходах до перехрестя, конфліктні ситуації між пішоходами та транспортними засобами, що завершують маневр.
- Можливості (O): перерозподіл фаз світлофорного регулювання, зміна конфігурації напрямних островців, впровадження систем відеофіксації порушень.
- Загрози (T): подальше зростання інтенсивності транзитного та локального руху, зношення дорожнього покриття через високі навантаження.

Досліджуючи міжнародний досвід організації дорожнього руху в міських умовах, для коректного порівняння найкраще підходять такі міста, як Жешув (Польща) з населенням близько 195 тис. та Кошице (Словаччина) з населенням близько 240 тис. Вони мають схожу просторову структуру, але на 10–15 років раніше почали євроінтеграційні процеси в транспортному плануванні.

1. Інтелектуальні транспортні системи (ITS) та світлофорне регулювання

- Досвід Жешува/Кошице: Східноєвропейські міста активно використовують адаптивні системи управління рухом (наприклад, SCATS). Світлофори обладнані детекторами транспорту і в режимі реального часу змінюють тривалість зеленого сигналу залежно від довжини черги автомобілів.

- Реалії Рівного: Світлофорні об'єкти працюють переважно у жорстких (фіксованих) багатопрограмних режимах. На таких вузлах, як перехрестя вул. Романа Шухевича та Литовської чи Грушевського – Вишиванки, відсутність адаптивного регулювання в години пік призводить до штучних затримок: зелене світло може горіти для порожнього напрямку, поки на іншому утворюється затор.

2. Геометрія вулиць та заспокоєння руху (Traffic Calming)

- Досвід Жешува/Кошице: Застосовується практика «дорожньої дієти» (Road Diet). Смуги руху звужуються до європейського стандарту (2.75–3.0 м), що на підсвідомому рівні змушує водіїв знижувати швидкість. Заощаджений простір використовується для створення напрямних островців, антикишень (звужень перед пішохідними переходами) та велосмуг.

- Реалії Рівного: Широкі смуги (часто понад 3,5 м) провокують перевищення швидкості. Організація лівих поворотів на багатьох ділянках залишається небезпечною через відсутність каналізованих (виділених конструктивно) лівоповоротних смуг, що підвищує ризик попутних зіткнень.

3. Пріоритет громадського транспорту (ГТ)

- Досвід Жешува/Кошице: Міста впровадили безперервні виділені смуги для автобусів (Bus Lanes) та систему активного пріоритету на перехрестях – коли громадський транспорт наближається, світлофор автоматично продовжує або вмикає зелену фазу.

- Реалії Рівного: Маршрутні таксі та тролейбуси змушені рухатися в загальному потоці, втрачаючи свою головну перевагу – прогнозованість часу поїздки. Створення виділених смуг ускладнене дефіцитом ширини проїзної частини на магістральних вулицях.

4. Кільцеві розв'язки замість класичних перехресть

- Досвід Жешува/Кошице: Масова заміна небезпечних нерегульованих перехресть на малі (міні-кільця) або турбокільця. Це знижує кількість потенційних точок конфлікту транспортних засобів з 32 (на звичайному перехресті) до 8, а також унеможливує ДТП під прямим кутом, які є найважчими за наслідками.

- Реалії Рівного: Переважають класичні хрестоподібні та Т-подібні перехрестя. Місто має значний потенціал для реорганізації складних вузлів саме через впровадження міні-кілець, особливо в спальних районах.

Досвід європейських міст-аналогів доводить, що вирішення проблем заторів та аварійності в Рівному лежить не у площині екстенсивного розвитку (нескінченного розширення доріг, що в умовах щільної забудови неможливо), а в інтенсивному управлінні існуючим простором. Це означає оптимізацію світлофорних циклів, перерозподіл простору на користь стійкої мобільності (ГТ, пішоходи) та зміну геометрії конфліктних перехресть.

1. Вебпортал Патрульної поліції України. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/> (дата звернення: 28.04.2026).

2. Бережняк І. А., Дорошук В. О., Оптимізація транспортних потоків в умовах міста. *Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали XI Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, 13–14 квітня 2023 року : зб. наук. праць, м. Вінниця / ВНТУ, Вінниця, 2023. С. 36–37.

3. Бережняк І. А., Дорошук В. О. Транспортна безпека в Україні. *Транспорт: наука та практика* : зб. наук. пр. III-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 16 травня 2024 р., Київ – Одеса / Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. Одеса, 2024. С. 215–219.

4. Головкін Б. М. Оцінка дорожньо-транспортної аварійності та тяжкості її наслідків в Україні. *Проблеми законності. Вісник асоціації кримінального права України*. 2022. Вип. 156. С. 52–75.

5. Дорошук В. О., Сліпенький Є. Б., Підвищення безпеки руху на вулично-дорожній мережі міст. *Транспортні технології та безпека дорожнього руху* : зб. тез доповідей Шостої всеукраїнської науково-практичної конференції 20–21 березня 2025 р., Запоріжжя / НУ «Запорізька політехніка», Запоріжжя, 2025. С. 80–81.

6. Кашканов А. А., Кужель В. П. Організація дорожнього руху : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2017. 125 с.

УДК 656.025.4

ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ МІЖРЕГІОНАЛЬНОЇ ЛОГІСТИКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Марків Дмитро

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – д.е.н., професор Никончук В. М.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Стрімкий розвиток ринкових відносин та зміна традиційних ланцюгів постачань висувають нові вимоги до ефективності міжрегіональної логістики. Зростання обсягів вантажоперевезень між різними територіальними одиницями зумовлює значне навантаження на транспортну інфраструктуру, вимагаючи оптимізації транспортно-технологічних процесів для забезпечення високої швидкості та надійності доставки.

Однією з ключових проблем магістральної логістики є складність синхронізації транспортних потоків та прогнозування транзитного часу через нерівномірний розвиток інфраструктури, завантаженість шляхів сполучення та затримки на транзитних вузлах. Це призводить до зростання операційних витрат транспортних підприємств та зниження загальної ефективності логістичної системи [1].

У таких умовах особливого значення набуває розробка та впровадження гнучких підходів до організації перевезень на великі відстані. Значна вартість утримання рухомого складу та пального змушує бізнес шукати оптимальні організаційні моделі транспортування вантажів [2].

У сучасній логістиці виділяють декілька базових моделей організації міжрегіональних перевезень, які класифікуються за принципом маршрутизації та консолідації вантажу (таблиця).

Таблиця

Порівняння моделей організації міжрегіональних вантажних перевезень

Модель перевезень	Переваги	Недоліки	Рекомендовані умови застосування
Прямі транзитні перевезення (Point-to-Point)	Висока швидкість доставки, мінімальний ризик пошкодження вантажу, прозорий контроль логістичного ланцюга	Високі витрати при неповному завантаженні (LTL), ризик значного «холостого» пробігу у зворотному напрямку	Перевезення масових вантажів або повних партій (FTL) між великими промисловими підприємствами
Через розподільчі центри (Hub-and-Spoke)	Ефективна консолідація вантажів, зниження вартості перевезення одиниці вантажу, оптимізація завантаження транспорту	Збільшення загального часу доставки, додаткові витрати на складську обробку, ризик виникнення «вузьких місць» у хабах	Обслуговування розгалуженої мережі клієнтів, регулярна доставка збірних вантажів (LTL)
Мультимодальні перевезення	Зниження загальних витрат на надвеликих відстанях, екологічність, диверсифікація транспортних ризиків	Складна координація між перевізниками різних видів транспорту, залежність від розкладів терміналів	Систематичні перевезення значних обсягів вантажів на великі відстані, транзитні потоки

Систематизація моделей організації міжрегіональних перевезень свідчить, що для забезпечення безперебійного вантажопотоку в межах країни жодна з них не є універсальною. Відтак, ефективна система міжрегіональної логістики має формуватися на основі комбінування різних підходів із урахуванням специфіки вантажопотоків, інфраструктурних умов та економічних обмежень. Основні підходи до побудови логістичних зв'язків ілюструє рисунок, на якому представлено дві базові моделі: децентралізовану (Point-to-Point) та централізовану (Hub-and-Spoke).

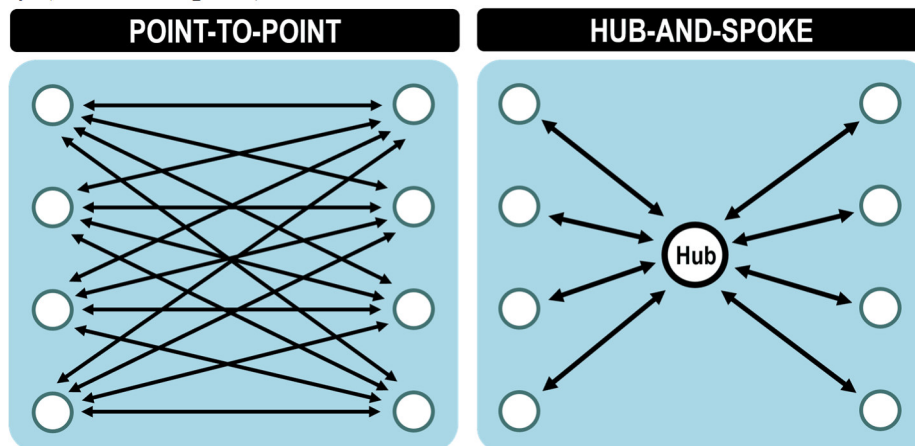


Рисунок. Схематичне зображення моделей організації міжрегіональних вантажних перевезень

Таким чином, представлені на рисунку моделі відображають різні підходи до організації вантажопотоків, кожен з яких є ефективним лише за певних умов. Це зумовлює необхідність формування комбінованих логістичних рішень, що базуються на таких ключових принципах.

Зокрема, важливим є забезпечення адаптивної маршрутизації шляхом застосування сучасних алгоритмів планування маршрутів із урахуванням пропускну здатності магістралей та змінного трафіку [3]. Не менш значущою є синергія транспортних систем, яка передбачає поєднання прямих перевезень для стратегічно важливих вантажів із використанням моделі Hub-and-Spoke для консолідації дрібних партій. Важливу роль також відіграє цифровізація технологічного процесу, що реалізується через впровадження транспортних інформаційних систем (TMS) та GPS-моніторингу з метою управління рухомим складом у режимі реального часу [4]. Окрім цього, підвищення ефективності логістики досягається завдяки оптимізації вантажних операцій, зокрема шляхом використання сучасних механізованих комплексів на етапах завантаження та розвантаження, що дозволяє мінімізувати простой транспортних засобів.

Результати дослідження свідчать, що ефективний транспортно-технологічний процес у міжрегіональному сполученні має бути модульним, масштабованим та інформаційно прозорим, що дозволить логістичним системам швидко адаптуватися до змінних умов ринку та інфраструктурних викликів.

1. Григорак М. Ю. Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепції, методологія, компетентність. Київ : Сік Груп Україна, 2021. 516 р.
2. Смирнов І. Г. Транспортна логістика: сучасні виклики та інноваційні рішення у міжрегіональному сполученні. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2023. № 74. С. 112–120.
3. Christopher M. Logistics & Supply Chain Management. 6th ed. Harlow : Pearson UK, 2022. 352 p.
4. Shenderivska L., Krystopchuk M., Nykonchuk V., Kniazevych A., Shketa V. Prospects of Neuromarketing Application in Communication Activities of Logistics. *TRANSBALTICA XII: Transportation Science and Technology. TRANSBALTICA 2021. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure*. Springer, Cham. 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94774-3_66.

УДК 656.1

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ НА МІЖНАРОДНИХ МАРШРУТАХ

Мирончук Віталій

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – ст. викладач Дорошук В. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Міжнародні вантажні перевезення є важливою складовою світової економіки, оскільки забезпечують переміщення товарів між країнами та континентами. Вони сприяють розвитку торгівлі, інтеграції ринків і підвищенню конкурентоспроможності підприємств. Основними видами транспорту, що використовуються в міжнародних перевезеннях, є автомобільний, залізничний, морський, повітряний та мультимодальний транспорт [1; 2].

Технологія міжнародних перевезень включає комплекс операцій, пов'язаних із плануванням, підготовкою, виконанням та контролем доставки вантажів.

Основні етапи технологічного процесу:

- аналіз вантажу (вага, об'єм, специфіка, умови зберігання);
- вибір виду транспорту та маршруту;
- оформлення транспортної та митної документації;
- завантаження, перевезення та розвантаження;
- контроль руху вантажу на всьому шляху доставки.

Важливим елементом технології перевезень вантажів на міжнародних маршрутах є оптимізація маршруту, яка дозволяє зменшити витрати, часу та коштів.

Організація перевезень передбачає координацію всіх учасників транспортного процесу: вантажовідправника, перевізника, експедитора, митних органів та отримувача. Значну роль відіграють транспортно-експедиційні компанії, які забезпечують повний логістичний супровід.

Основні принципи організації міжнародних перевезень:

- дотримання міжнародних правил і конвенцій (CMR, TIR тощо);
- забезпечення безпеки вантажу;
- точність та своєчасність доставки;
- мінімізація витрат.

Сучасна логістика широко використовує мультимодальні перевезення, коли застосовується кілька видів транспорту в межах одного маршруту. Це дозволяє підвищити ефективність доставки, скоротити час транспортування, знизити витрати, забезпечити гнучкість логістичних схем.

Для міжнародних перевезень необхідний великий пакет документів:

- міжнародна товарно-транспортна накладна (CMR);
- митні декларації;
- інвойси та пакувальні листи;
- сертифікати походження товару.

Правильне оформлення документів є ключовим фактором безперебійного проходження кордонів.

Ефективність автоперевезень вантажів визначається комплексом факторів, які можна умовно поділити на дві групи: організаційні (планування маршрутів, управління автопарком,

взаємодія з клієнтами) та техніко-експлуатаційні (стан автомобілів, витрата палива, швидкість руху) (рисунок) [3].

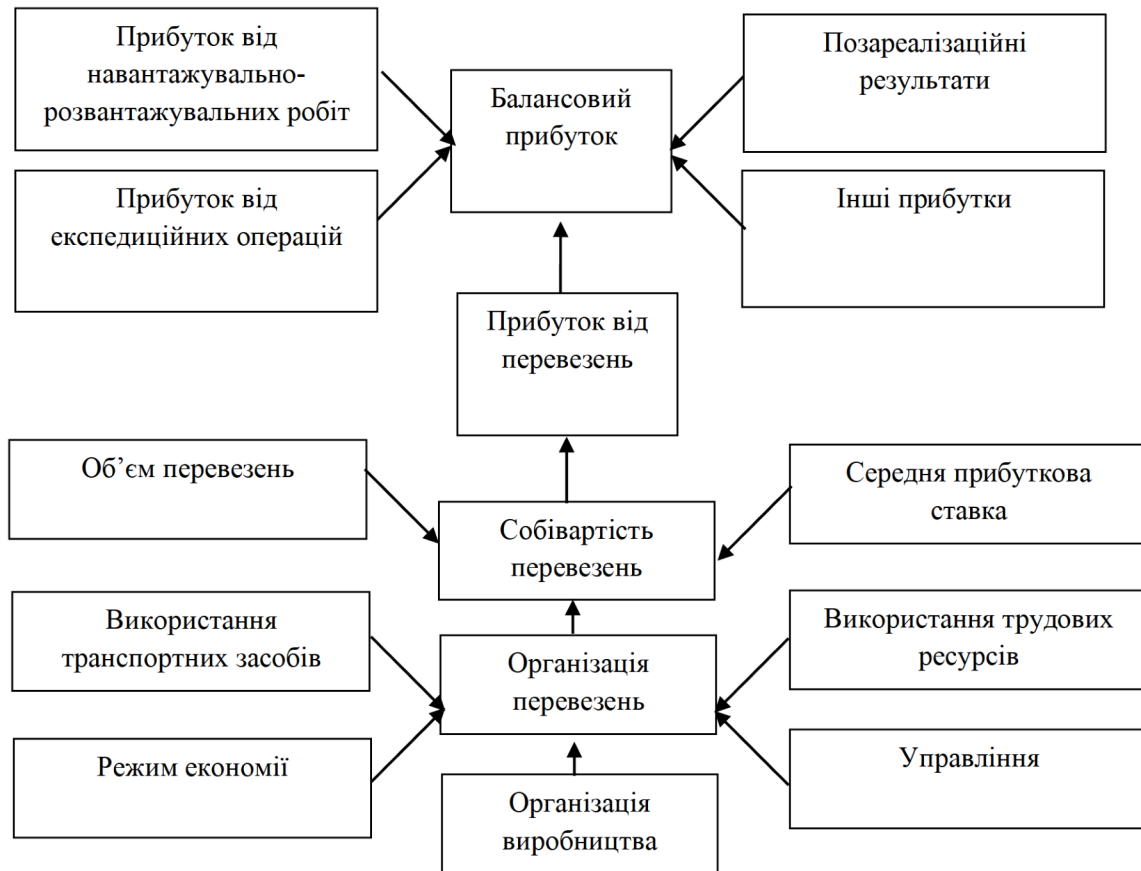


Рисунок. Аналіз впливу різних факторів на фінансові результати автотранспортного підприємства [3]

Сучасні міжнародні перевезення активно впроваджують цифрові технології:

- GPS-моніторинг транспорту;
- електронні документи (e-CMR);
- автоматизовані системи управління логістикою;
- використання штучного інтелекту для оптимізації маршрутів.

Ці інновації підвищують ефективність, прозорість і безпеку перевезень.

Технологія та організація міжнародних вантажних перевезень є складним і багатоступеневим процесом, який потребує чіткої координації всіх учасників логістичного ланцюга. Використання сучасних технологій і дотримання міжнародних стандартів дозволяє забезпечити швидку, безпечну та економічно ефективну доставку вантажів між країнами.

1. Донченко О. О. Організація міжнародних перевезень : навч. посіб. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. 307 с.

2. Дорошук В., Сорока В., Бережняк І., Прокопчук О. Підвищення ефективності міжнародних перевезень вантажів. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем* : матер. IV Міжнар. наук.-техн. інтернет-конференції 23–24 квітня 2024 р. Рівне : НУВГП, 2024. С. 81–82.

3. Дорошук В. О., Сорока В. С., Сліпенький Є. Б., Бережняк І. А., Яскал С. В., Яскал А. В. Шляхи підвищення ефективності використання рухомого складу на міжнародних маршрутах. *Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту* : матер. VII Міжнар. наук.-практ. конференції. 20–22 листопада 2024 року. Кропивницький : ЦНТУ, 2024. С. 28–29.

УДК 656:004.9

ДОСВІД США ЩОДО ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЙ ITS НА РОЗВИТОК АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Мінялук Андрій

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

Шумляківський Володимир

к.т.н., доцент

*Державний університет «Житомирська політехніка»,
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005*

Сучасний розвиток автомобільного транспорту супроводжується зростанням інтенсивності дорожнього руху, збільшенням кількості транспортних засобів та ускладненням транспортної інфраструктури. У цих умовах традиційні методи управління транспортними потоками втрачають ефективність, що зумовлює необхідність впровадження інноваційних підходів. Одним із таких підходів є використання інтелектуальних транспортних систем (Intelligent Transportation Systems, ITS), які забезпечують інтеграцію інформаційних, комунікаційних і транспортних технологій. Сполучені Штати Америки займають провідні позиції у сфері розвитку ITS, що обумовлює доцільність аналізу їхнього досвіду для визначення ефективних напрямів модернізації автомобільного транспорту.

Питання розвитку ITS у США широко висвітлені у наукових і нормативних джерелах. Зокрема, стратегічні напрями розвитку були визначені в документі Міністерства транспорту США Intelligent Transportation Systems Strategic Plan 2020–2025 (таблиця), який окреслює ключові цілі впровадження ITS [1].

Таблиця

Стратегії ITS JPO та їх шляхи рішення

Стратегії	Шляхи досягнення цілей
Стратегія 1: Виявлення та оцінка нових технологічних альтернатив для транспортної системи	Створення системи моніторингу технологій Пілотні проєкти та тестові полігони Оцінка соціально-економічного ефекту
Стратегія 2: Координація та керівництво дослідженнями й розробкою (ITS) в інтересах суспільства	Програма Accessible Transportation Technologies Research Initiative (Ініціатива з дослідження технологій доступного транспорту)
Стратегія 3: Демонстрація переваг нових технологій (ITS) для вдосконалення транспортної системи	Connected Vehicle Pilot Deployment Program: тестування технологій взаємодії автомобілів між собою та з інфраструктурою для підвищення безпеки
Стратегія 4: Підтримка впровадження перевірених технологій, підходів та політик (ITS) у всій транспортній системі	База знань про найкращі практики: збір і поширення уроків, отриманих із пілотних проєктів, щоб інші агентства могли уникати помилок і швидше впроваджувати технології
Стратегія 5: Підтримка функціонування технологій та політик (ITS) для реалізації повного потенціалу їхніх переваг	ITS Reference Architecture: підтримка та оновлення архітектури ITS, яка включає понад 130 сервісів для забезпечення безпечної та ефективної інтеграції технологій

Практичні результати застосування технологій ITS наведено у звітах ITS Joint Program

Office, де проаналізовано їх ефективність з точки зору зменшення заторів, підвищення безпеки та економічної доцільності [2]. Дослідження Федерального управління автомобільних доріг США містять рекомендації щодо впровадження систем управління дорожнім рухом [3], а роботи Національної адміністрації безпеки дорожнього руху присвячені розвитку технологій V2V та їх впливу на безпеку [4]. Узагальнення еволюції ITS та перспектив їх розвитку наведено у працях Transportation Research Board [5].

Розвиток ITS у США має комплексний характер і охоплює як інфраструктурні рішення, так і технології, інтегровані у транспортні засоби. Одним із ключових напрямів є впровадження інтелектуальних систем управління дорожнім рухом. Зокрема, у місті Los Angeles функціонує система ATSAC (Automated Traffic Surveillance and Control), яка забезпечує адаптивне керування світлофорними об'єктами на основі даних про транспортні потоки. Використання таких систем дозволяє зменшити затримки руху на 10–20%, що свідчить про їх високу ефективність [2]. Аналіз показує, що саме адаптивне управління трафіком є одним із найбільш результативних інструментів ITS у великих містах.

Важливим напрямом розвитку є впровадження технологій зв'язку між транспортними засобами та інфраструктурою. У межах програми Connected Vehicle Pilot Deployment Program у New York City реалізовано систему V2I, яка забезпечує обмін інформацією між автомобілями та елементами дорожньої інфраструктури [4]. Це дозволяє підвищити рівень ситуаційної обізнаності водіїв і зменшити ризик аварій. Аналіз безпекового аспекту показує, що ITS мають значний потенціал у зниженні аварійності. За оцінками дослідників, впровадження технологій V2V може запобігти до 80% дорожньо-транспортних пригод, пов'язаних із людським фактором [4]. Таким чином, ITS виступають важливим елементом підвищення безпеки дорожнього руху.

Окрему увагу слід приділити розвитку автономного транспорту. Інтелектуальні транспортні системи створюють інформаційне середовище для функціонування безпілотних автомобілів, забезпечуючи їх даними про дорожню ситуацію, погодні умови та стан інфраструктури [5]. Це дозволяє розглядати ITS як базову платформу для подальшого розвитку транспортних технологій.

З економічної точки зору, впровадження ITS сприяє зниженню витрат на перевезення, скороченню часу доставки вантажів та підвищенню ефективності логістичних процесів. Оптимізація транспортних потоків дозволяє зменшити витрати пального, що має як економічний, так і екологічний ефект [2].

Водночас аналіз досвіду США дозволяє виділити низку проблем, серед яких високі витрати на впровадження, необхідність стандартизації технологій та забезпечення кібербезпеки. Це свідчить про те, що ефективність ITS залежить не лише від технологічного рівня, а й від організаційних та інституційних факторів.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що інтелектуальні транспортні системи мають визначальний вплив на розвиток автомобільного транспорту в США. Їх впровадження забезпечує підвищення ефективності управління дорожнім рухом, зниження аварійності та оптимізацію транспортних процесів. Найбільш ефективними напрямками застосування ITS є адаптивні системи управління трафіком, технології V2V і V2I, а також інтеграція ITS з автономними транспортними засобами. Водночас реалізація таких систем потребує значних інвестицій, стандартизації та належного рівня кібербезпеки. Отже, досвід США свідчить про доцільність комплексного впровадження ITS як основи модернізації автомобільного транспорту та підвищення його ефективності.

1. U.S. Department of Transportation. Intelligent Transportation Systems Strategic Plan 2020–2025.
2. ITS Joint Program Office. ITS Benefits, Costs, and Lessons Learned Reports.
3. Federal Highway Administration. Traffic Management Systems Handbook.
4. National Highway Traffic Safety Administration. Vehicle-to-Vehicle Communications Research Reports.
5. Transportation Research Board. Intelligent Transportation Systems: Past, Present, and Future.

УДК 656.02:004.9

ІНТЕГРАЦІЯ РІЗНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ В ЄДИНУ СИСТЕМУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Москалюк Віталіна

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Білічук С. М.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Користувачі громадським транспортом щодня стикаються з проблемою інтеграції. Пасажири подорожують з конкретної точки до місця призначення, а не від зупинки до зупинки. При цьому часто виникає необхідність використання кількох видів транспорту, що підкреслює тісний зв'язок транспортної системи з навколишнім середовищем. Досвід показує, що рівень інтеграції транспорту є одним із ключових чинників задоволеності пасажирів [1].

Ця проблема має особливе значення на європейському рівні, оскільки ефективність функціонування транспортних мереж як інтегрованих систем знижується через недостатню взаємопов'язаність. Водночас сучасна транспортна політика повинна враховувати специфіку коротко-, середньо- та довгострокових перевезень і конкурентні переваги кожного виду транспорту [1].

Однією з найважливіших проблем є мінімізація часу пересадки між різними видами транспорту. Загальний час поїздки, включаючи пішохідні переміщення, є визначальним фактором при виборі виду транспорту. Дослідження свідчать, що пасажири сприймають час очікування та пересадок як більш обтяжливий порівняно з часом перебування в транспортному засобі [2]. Серед інших проблем слід виділити складність сприйняття розкладів руху, недостатній рівень безпеки, особливо у вечірній час, підвищений рівень стресу під час пересадок, а також недостатній захист зупинок від погодних умов.

Шляхи вирішення цих проблем можна умовно поділити на дві групи: зміни у сервісі та фізичні інтеграції. До першої групи належать усі проблеми пов'язані з наданням послуг, формуванням розкладів руху, прокладанням маршрутів та структур тарифів. Мета інтеграції транспортних послуг полягає в тому, щоб зробити їх більш зручними для пасажирів завдяки ретельній координації різних маршрутів та видів транспорту. Це дозволяє скоротити загальний час у дорозі та підвищити рівень комфорту пасажирів [1].

Ця група рішень стосується вдосконалення організації послуг місцевого транспорту, яке можна досягти без значних інвестицій у нову інфраструктуру. У цій сфері можна виокремити такі рішення: запровадження надійних розкладів руху та їх інтегроване планування – це загальносистемне рішення, засноване на чітких і послідовних правилах, таке як система Taktfahrplan, що застосовується на швейцарських залізницях з 1982 року. Це рішення є доцільним, коли вважається важливим забезпечити мережу взаємопов'язаних транспортних послуг. Також розклади з регулярними інтервалами, збільшення частоти або пропускної спроможності, оскільки це означає збільшення частоти або пропускної спроможності будь-якого автобуса, трамвая, поїзда, порома або авіарейсу, що забезпечує «місцеве» сполучення під час подорожі на великі відстані. Це рішення застосовується, коли час очікування є тривалим, а очікувана кількість пасажирів виправдовує підвищення рівня обслуговування. Зміна маршрутів, додавання проміжних зупинок, автобусні перевезення на замовлення, надання спеціальних послуг спільного таксі, сполучення із загальними автобусними лініями, надання коротких під'їзних рейсів. Крім того, прямі рейси залізницею чи автобусом (забезпечення прямих автобусних або залізничних сполучень між портом чи аеропортом та

основними пунктами призначення – зазвичай центром міста) можуть забезпечити найвищий коефіцієнт вигоди до витрат.

Фізична інтеграція передбачає вдосконалення інфраструктури: розвиток транспортно-пересадочних вузлів, покращення умов пересадки, модернізацію платформ, створення зручних пішохідних маршрутів та впровадження інформаційних систем. Основними обмеженнями є значні капітальні та експлуатаційні витрати [2].

Розташування трансферних вузлів–місць, де пасажир пересідає з одного виду транспорту на інший, має бути таким, щоб мінімізувати непрямі пересування від пункту відправлення до пункту призначення, включаючи повернення назад. Ключові проектні рішення включають: кількість місць зупинки транспортних засобів для посадки та висадки пасажирів; місце для стоянки транспортних засобів, включаючи забезпечення зручностей для водіїв – це питання часто недостатньо враховується в багатьох проектах; належна довжина, ширина та висота платформ, що дозволяють врахувати очікувані черги та скупчення людей; захист від негоди для відкритих майданчиків; розміри пішохідних доріжок та їх маршрути для мінімізації відстаней, які доводиться проходити пасажиром; ефективний збір плати за проїзд для пасажирів, що входять та виходять; інформація для пасажирів про послуги громадського транспорту та орієнтування на станціях.

Колійні шляхи необхідні для залізничного, метрополітенного та швидкісного автобусного транспорту. Основними проектними факторами є: кількість та конфігурація колій або смуг руху, розташування розворотних майданчиків. Розворотні майданчики дозволяють поїзду (або автобусу) змінювати напрямок руху на середині маршруту. Оскільки не всі рейси мають здійснюватися від одного кінцевого пункту до іншого, розклад руху можна скласти з урахуванням попиту вздовж маршруту.

В Україні в умовах воєнних дій та значних руйнувань інфраструктури, забезпечення мультимодальної мобільності стає по суті стратегічним завданням держави. Евакуаційні операції та доставка гуманітарної допомоги показують практичну необхідність впровадження адаптивних логістичних рішень у кризових ситуаціях та координації різних видів транспорту. Аналіз наукового рівня підтверджує, що ключовими рішеннями підвищення ефективності мультимодальних перевезень є інтеграції в транспортній сфері, дотримання міжнародних стандартів та системне і логістичне планування [3].

Сучасні тенденції розвитку транспортної системи України пов'язані з цифровізацією: впровадженням електронного квитка, автоматизацією планування перевезень, використанням систем моніторингу транспорту та оновленням рухомого складу. Значна увага приділяється розвитку транспортних коридорів у напрямку країн ЄС, що сприяє інтеграції у європейський транспортний простір [3].

Категорія локальної транспортної інфраструктури охоплює рішення щодо покращення сполучень між транспортними вузлами та міськими центрами. Інтеграція транспорту сприяє підвищенню якості обслуговування пасажирів, зменшенню часу поїздок та формуванню ефективної транспортної системи [3].

1. Bağ M., Borkowski P., Pawłowska B. Types of solutions improving passenger transport interconnectivity. *Transport Problems*. 2012. Vol. 7(1). P. 27–36.

2. Public Transport Systems Integration : Cluster 2 / Module 3 (C2/M3) : presentation / The World Bank ; Building Leaders in Urban Transport Planning (LUTP). Washington, D.C. : World Bank Group, [б. р.]. 25 slides. (Methodologies).

3. Цвірко О. О., Шкурко Є. Л., Кореніцин О. С. Логістичні системи формування мультимодальних пасажирських перевезень в Україні. *Бізнес Інформ*. 2025. № 8. С. 261–273. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-8-261-273>.

УДК 656.13

МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ ШУМУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Огороднійчук Анна

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Шум транспортних засобів є одним із найбільш поширених факторів негативного впливу транспорту на довкілля та здоров'я населення. Інтенсивний розвиток автомобільного транспорту, збільшення кількості транспортних потоків у містах та зростання швидкостей руху спричиняють підвищення рівня акустичного навантаження, що негативно позначається на комфорті проживання, працездатності та фізіологічному стані людини [1; 2]. Основними джерелами шуму транспортних засобів є робота двигуна, вихлопної системи, контакт шин із дорожнім покриттям, аеродинамічні потоки та технічний стан окремих вузлів автомобіля.

Особливо гостро проблема транспортного шуму проявляється в умовах міської забудови, де висока щільність руху створює постійне шумове навантаження на житлові райони. Відповідно до сучасних досліджень, перевищення допустимих рівнів шуму може викликати підвищення артеріального тиску, стрес, погіршення сну та інші негативні наслідки для здоров'я населення [3]. Тому зниження шуму транспортних засобів є важливим напрямком забезпечення сталого розвитку транспортної системи (рисунок).



Рисунок. Засоби колективного захисту від шуму

Серед основних технічних методів зниження шуму транспортних засобів важливе місце займає вдосконалення конструкції двигуна та вихлопної системи. Використання сучасних глушників, шумоізоляційних матеріалів, антивібраційних покриттів та електричних силових установок дозволяє суттєво зменшити акустичне випромінювання транспортного засобу [4; 5]. Особливо ефективним є впровадження електромобілів, які характеризуються значно нижчим рівнем шуму порівняно з традиційними автомобілями з двигунами внутрішнього згоряння.

Важливим напрямком є також удосконалення дорожньої інфраструктури, зокрема використання шумопоглинаючих дорожніх покриттів, встановлення шумозахисних екранів уздовж автомагістралей та оптимізація транспортних потоків. Зменшення кількості заторів і рівномірний рух транспорту сприяють скороченню шумового навантаження.

До організаційних методів належать обмеження швидкості руху в житлових зонах, розвиток громадського електротранспорту, впровадження екологічних стандартів і регулярний технічний контроль транспортних засобів [6]. Такі заходи сприяють не лише зниженню шуму, а й підвищенню загального рівня екологічної безпеки транспортної системи.

Не менш важливим є підвищення екологічної свідомості населення та популяризація альтернативних видів пересування, таких як велосипедний транспорт, громадський електротранспорт і засоби мікромобільності. Розвиток сталої мобільності сприяє скороченню кількості транспортних засобів із двигунами внутрішнього згоряння, що безпосередньо зменшує рівень шуму в містах [5–7].

Таким чином, проблема шуму транспортних засобів потребує комплексного підходу, що поєднує технічні, інфраструктурні та організаційні рішення. Використання сучасних технологій шумозниження, розвиток екологічного транспорту та ефективне транспортне планування дозволяють зменшити негативний вплив шуму на населення й забезпечити комфортне міське середовище. Подальше впровадження інновацій у сфері транспорту є важливою передумовою формування безпечної та сталої транспортної інфраструктури.

1. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г., Корпач А. О., Мержиєвська Л. П. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посіб. Київ : Арістей, 2006. 292 с.

2. Шум: як він впливає на організм людини? Чи можна знизити його рівень? Південне міжрегіональне управління Державної служби з питань праці : вебсайт. URL: <https://pd.dsp.gov.ua/news/shum-ia-k-vin-vplyvaie-na-orhanizm-liudyny-chy-mozhna-znyzyty-ioho-riven/> (дата звернення: 24.04.2026).

3. Шевченко І. О., Шакуров Д. А. Класифікація джерел шуму автотранспортних засобів за значимістю. *Технічний прогрес в АПВ* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конфер., 21–22 травня 2024 р. Харків : ДБТУ, 2024. С. 86–88. URL: <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/847ddce3-3155-4433-aea7-4d0ad45272a1/content>. (дата звернення: 24.04.2026).

4. Основні засоби захисту довкілля від шумового забруднення. Підручники для вузів онлайн : вебсайт. URL: https://pidru4niki.com/1965032341686/ekologiya/osnovni_zasobi_zahistu_dovkillya_vid_shumovogo_zabrudnennya (дата звернення: 30.04.2026).

5. Шумозахисні заходи на автомобільних дорогах. Дороги і мости : вебсайт. URL: <https://dorogimosti.org.ua/ua/shumozahisni-zahodi-na-avtomobilynih-dorogah> (дата звернення: 30.04.2026).

6. Які заходи необхідно вживати для усунення шкідливого впливу на працюючих підвищеного рівня шуму та шкідливого впливу вібрації? Східне міжрегіональне управління Держпраці : вебсайт. URL: <https://smu.dsp.gov.ua/iaki-zakhody-neobkhidno-vzhyvaty-dlia-usunennia-shkidlyvoho-vplyvu-na-pratsiuiuchykh-pidvyshchenoho-rivnia-shumu-ta-shkidlyvoho-vplyvu-vibratsii/> (дата звернення: 30.04.2026).

7. Оздоровчі заходи для запобігання шкідливій дії шуму на людину: профілактика понад усе. Охорона праці і пожежна безпека : вебсайт. URL: <https://oppb.com.ua/news/ozdorovchi-zahody-dlya-zapobigannya-shkidlyvyy-diyi-shumu-na-lyudynu-profilaktyka-ponad-use> (дата звернення: 30.04.2026).

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ І ФАКТОРІВ РИЗИКУ ЗБІЛЬШЕННЯ ПАРКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

¹Пікула Микола, ²Панай Тарас

¹Національний університет водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

²Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський автотранспортний фаховий коледж
НУВГП», вул. Відінська, 35, м. Рівне, 33018

Електрифікація кінцевого споживання є стійкою загальновизнаною світовою тенденцією. Зазначена тенденція активно проявляється й у транспортному секторі, що можна пов'язати із трьома основними аспектами.

По-перше, електрифікація транспортного сектора скорочує викиди забруднюючих речовин та негативний антропогенний вплив на клімат. По-друге, електрифікація, зважаючи на «універсальність» електричної енергії, дозволяє зміцнювати енергетичну безпеку країнам, які не забезпечені традиційними видами моторних палив і змушені закуповувати на зовнішніх ринках готове паливо чи сировину для його виробництва. Нарешті, по-третє, електрифікація транспорту стимулює інноваційний ривок у промисловості, вимагаючи свого розвитку випуску високотехнологічної продукції (силової електроніки, накопичувачів, програмного забезпечення та інших).

Україна істотно відстає від країн-лідерів у галузі електромобілів (Китаю, США та Європи) як щодо чисельності електрифікованих транспортних засобів, так і щодо розвитку необхідної для функціонування електротранспорту зарядної інфраструктури. Проте Україна ставить перед собою досить амбітні цілі у сфері розвитку електромобілів. Концепція розвитку електромобілів в Україні спрямована на масштабну електрифікацію транспорту, зниження викидів CO₂ та інтеграцію з європейською транспортною мережею [1; 2]. Станом на 2025–2026 роки цей процес активно підтримується державою через розбудову інфраструктури та стимулювання попиту.

Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури розпочало роботу над Концепцією розвитку інфраструктури зарядних станцій для електричного транспорту. Її розробка передбачена Національним планом дій з відновлюваної енергетики до 2030 року. Головна мета – створення по всій території України зручної, безпечної та доступної мережі зарядних станцій: від міжнародних транспортних коридорів до громад і великих міст [3–5].

Документ також передбачатиме адаптацію українських стандартів до європейських вимог, зокрема до Регламенту (EU) 2023/1804 AFIR, який визначає обов'язкові параметри для інфраструктури зарядних станцій уздовж мережі TEN-T.

Станом на початок 2026 року в Україні налічується понад 5 000 публічних зарядних станцій для електромобілів, а кількість окремих точок зарядки (конекторів) значно вища. Інфраструктура активно розвивається, переважно у великих містах та вздовж автомобільних доріг державного значення, а найбільшими мережами є YASNO E-mobility, ТОКА, ОККО та WOG. Однак потреба у подальшому розширенні мережі залишається гострою, особливо на міжнародних трасах та у громадах [6; 7].

Світовий досвід показує, що важливі фінансові стимули переходу на електромобілі створює досягнення паритету сукупної вартості володіння між електричними автомобілями та автомобілями з ДВС.

У 2025 році початкові роздрібні ціни на електромобілі у світі загалом були вищими, ніж на їх аналоги з ДВС. Однак сукупна вартість володіння для електромобілів знижується за рахунок менших витрат на технічне обслуговування та паливо (енергію).

Слід зазначити, що важливим фактором, який визначає сукупну вартість володіння, є амортизація: вартість електромобілів має тенденцію з часом зменшуватись швидше, ніж для еквівалентів ДВЗ. Проте прискорена амортизація може бути корисною у розвиток ринків уживаних авто.

Необхідно відзначити, що зазвичай потримані електромобілі мають сильно зношену силову батарею, відповідно зменшується відстань, яку може проїхати електромобіль без підзарядки. Розвиток ринку потриманих електромобілів мало б економічну доцільність, якби акумулятори коштували дешевше, оскільки на даний момент вартість заміни акумулятора на новий коштуватиме близько 70% ціни самого електромобіля [5].

Для електромобілів, куплених у 2025 році (за цінами 2025 року) паритет сукупної вартості володіння на трьох основних ринках електромобілів (Китай, Європа, США) міг бути досягнутий у більшості випадків менш ніж за 7 років.

В даний час основними джерелами постачання легкових електромобілів і їхніх комплектуючих в Україні є їх імпорт, переважно – з Китаю. Освоєння українського виробництва комплектуючих до електромобілів, очевидно, розпочнеться у перші післявоєнні роки [3; 4].

Як показує світовий досвід, на ринках електромобілів спостерігається дуже висока чутливість до запровадження чи скасування заходів державної підтримки. Тому фактором можливого ризику є можливість скорочення або повного припинення державної підтримки продажів електромобілів, а також розвитку зарядної інфраструктури. Причинами для цього можуть бути брак бюджетних коштів або їх переорієнтація на інші, більш пріоритетні напрямки.

Враховуючи високу вартість автомобілів в Україні (а електромобілів – особливо), відмова від державної підтримки розвитку зарядної інфраструктури може повністю зупинити розвиток ринку електромобілів у нашій країні. При цьому компенсація відсутності електромобілів вітчизняного виробництва шляхом відкриття ринку для нових або підтриманих імпортних електромобілів не відповідатиме стратегічним інтересам нашої країни.

На основі вищесказаного можна сформулювати деякі рекомендації для прискорення переходу на електротранспорт в Україні (таблиця).

Таблиця

Рекомендації щодо прискорення переходу на електротранспорт

Рекомендації	Зміст рекомендацій
Стимулювання попиту	Розробка державної інформаційної платформи для консультування потенційних покупців; активна рекламна кампанія переваг електромобілів.
Розвиток інфраструктури	Прискорення виконання «дорожньої карти» з розгортання зарядних станцій. Законодавчі зобов'язання великих АЗС та забудовників оснащувати паркування зарядними пристроями. Залучення приватних компаній для інвестування в інфраструктуру. Розвиток вітчизняного виробництва основних компонентів, в тому числі – акумуляторів, та налагодження системи їх рециклінгу.
Підготовка кадрів	Створення освітніх програм у закладах вищої освіти за спеціальностями, пов'язаними з обслуговуванням та ремонтом електротранспорту.
Вдосконалення нормативної бази	Введення для транспортних компаній обов'язкових квот використання транспорту з нульовим рівнем викидів.

Таким чином, перехід від традиційного автомобільного транспорту до електричного є складним багатоетапним процесом. Але Україна, незважаючи на існуючі виклики – недосконалість нормативної бази, дефіцит інфраструктури та низький рівень обізнаності – має

значний потенціал для розвитку ринку електромобілів. Реалізація запропонованих рекомендацій дозволить не лише скоротити негативний вплив на навколишнє середовище, а й інтегрувати вітчизняну транспортно-логістичну систему до загальносвітового тренду на сталий розвиток.

Проте розвиток електротранспорту у нашій країні визначається не лише стимулюванням розвитку високотехнологічних виробництв – силової електроніки, акумуляторів, програмного забезпечення тощо. Потрібен розвиток всього технологічного ланцюжка – від видобутку літію та рідкісноземельних елементів, виробництво накопичувачів та силової електроніки до випуску вітчизняних електромобілів та зарядних станцій.

1. Про деякі питання використання транспортних засобів, оснащених електричними двигунами, та внесення змін до деяких законів України щодо подолання паливної залежності і розвитку електрзарядної інфраструктури та електричних транспортних засобів : Закон України від 24.02.2023 р. № 2956-IX. *Відомості ВР*. 2023. № 61, ст. 203.

2. Деліні М. М., Салій І. І. Державне регулювання ринку електромобілів в Україні. *Роль молоді у розвитку АПК України* : зб. матер. VIII міжнар. наук.-практ. конференції, НУБіП України, 16–17 травня 2024 р. Київ : НУБіП України, 2024. С. 36–37.

3. Терлецька В. О. Стан і динаміка розвитку ринку автомобілів з електричним двигуном в Україні. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Сер. Проблеми економіки та управління*. 2022. № 2 (10). С. 112–122. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journalpaper/2022/oct/28853/vse-114-124.pdf> (дата звернення: 24.04.2026).

4. Олішевська В. Є., Олішевський Г. С. Концепція розвитку електромобілів та супутньої інфраструктури в Україні. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали X Міжнар. наук.-техн. інтернет-конфер., 14–15 квітня 2022. Вінниця : ВНТУ. С. 225–228.

5. Кищун В. А., Павлюк В. І., Зубенко В. А. Хронологія формування українського ринку електромобілів. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2024. № 1(22). С. 182–193. URL: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal-mbf/article/view/1359/1225> (дата звернення: 24.04.2026).

6. *Розвиток інфраструктури для електромобілів*. *EU4Business* : вебсайт. URL: <https://eu4business.org.ua/success-stories/developing-the-infrastructure-for-electric-cars/> (дата звернення: 02.05.2026).

7. *Інфраструктура зарядних станцій в Україні: що потрібно знати*. *2Auto* : вебсайт. URL: <https://2auto.com.ua/infrastruktura-zaryadnyh-stancij-v-ukrayini-shho-potribno-znaty/> (дата звернення: 02.05.2026).

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ВІЙНИ

Пінчук Діана

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Автомобільний вантажний транспорт у сучасних умовах воєнного стану став критично важливою ланкою забезпечення життєдіяльності країни та підтримки її обороноздатності. Процес перевезень вантажів в умовах бойових дій характеризується високим рівнем ризику, руйнуванням традиційних логістичних ланцюгів та необхідністю постійної адаптації до змін оперативної обстановки. Це включає в себе комплекс заходів з планування маршрутів, забезпечення безпеки водіїв та збереження цілісності вантажу [1; 2].

Особливістю роботи вантажного транспорту сьогодні є значна кількість зруйнованих ділянок доріг та мостових переходів, що змушує перевізників використовувати об'їзні шляхи. Це призводить до збільшення відстані перевезень та навантаження на другорядні дороги, які часто не розраховані на інтенсивний рух великовагового транспорту. Інтеграція сучасних інформаційних та цифрових технологій дозволяє оптимізувати ці процеси, зменшити часові втрати та підвищити ефективність управління автопарком [3; 4].

Одним із ключових напрямків підвищення стійкості логістики є цифровізація, що включає впровадження автоматизованих систем моніторингу руху в реальному часі. Використання GPS-трекерів та спеціалізованих мобільних додатків дозволяє диспетчерам контролювати місцезнаходження транспортних засобів, оперативно коригувати маршрути у разі виникнення загрози та забезпечувати координацію з військовими адміністраціями [5; 6].

Таблиця

Порівняльна характеристика умов організації перевезень

Параметр	Мирний час	Умови війни
Пріоритет планування	Економічна ефективність	Безпека персоналу та вантажу
Вибір маршруту	Найкоротший шлях	Шлях з мінімальним ризиком обстрілів
Витрати на логістику	Стабільні та прогнозовані	Високі (через ризики)

Окрім безпекових аспектів, технології допомагають покращити комунікацію між вантажовідправниками, логістичними центрами та водіями. Онлайн-платформи дозволяють отримувати актуальну інформацію про стан пунктів пропуску на кордоні, черги та дозволені габаритні параметри на окремих ділянках доріг. Використання електронних черг (еЧерга)

значно скорочує час простою транспорту, що підвищує загальну продуктивність транспортної системи [7].

Окрему увагу слід приділити гуманітарній логістиці, яка вимагає спеціалізованих підходів до розподілу ресурсів у деокупованих регіонах. Застосування хмарних сервісів для зберігання даних про вантажі дозволяє уникнути втрати критичної інформації у разі фізичного пошкодження офісної інфраструктури компанії. Це забезпечує безперервність бізнес-процесів навіть у критичних ситуаціях [8].

Важливим чинником залишається професійна підготовка водіїв та персоналу до роботи в екстремальних умовах. Впровадження систем інтелектуальної допомоги водію (ADAS) та засобів дистанційного контролю стану здоров'я дозволяє знизити вплив людського фактору на безпеку руху. Сучасні алгоритми штучного інтелекту здатні прогнозувати ймовірність заторів або небезпек на маршруті, базуючись на історичних даних та поточних звітах військових адміністрацій [9; 10].

Таким чином, технології дозволяють створити більш ефективний та гнучкий транспортний процес, який здатен функціонувати в екстремальних умовах. Подальший розвиток інноваційних рішень, включаючи використання великих даних для аналізу ризиків та екологічних стандартів, сприятиме формуванню нової архітектури транспортної безпеки України.

1. Бондар Г. Логістика України під час війни: виклики та перспективи. URL: <https://www.unian.ua/economics/transport/logistika-ukrajini-pid-chas-viyni-vikliki-ta-perspektivi-12840282.html> (дата звернення: 29.04.2026).
2. Федорова В. О. Блага В. В. Логістика : навч. посіб. Харків : ФОП Бровін О.В., 2019. 153 с.
3. Крикавський Є. В. Логістичне управління. Львів : Львівська політехніка. 2005. 684 с.
4. Озарко К. С., Челомбитко В. В. Особливості логістичних процесів у воєнний період: проблеми та перспективи розвитку. *Економічний вісник Донбасу*. 2022. № 2(68). С. 74–78. [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2022-2\(68\)-74-78](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2022-2(68)-74-78).
5. Сфери застосування GPS-моніторингу: Від транспорту до сільського господарства. *Газета Галичина* : вебсайт. URL: <https://galychyna.if.ua/analytic/sferi-zastosuvannya-gps-monitoringu-vid-transportu-do-sil'skogo-gospodarstva/> (дата звернення: 29.04.2026).
6. GPS-технології для відслідковування вантажів. *Ukrevrokom* : вебсайт. URL: <https://ukrevro.com/statti/gps-tehnologiyi-dlya-vidslidkovuvannya-vantazhiv/> (дата звернення: 29.04.2026).
7. eЧерга розширюється: стартує розробка нових сервісів для легкових авто та оновлення системи для вантажівок і автобусів. *Міністерство розвитку громад та територій України* : вебсайт. URL: <https://mindev.gov.ua/news/yecherha-rozshyruietsia-startuie-rozrobka-novykh-servisiv-dlia-lehkovykh-avto-ta-onovlennia-systemy-dlia-vantazhivok-i-avtobusiv> (дата звернення: 29.04.2026).
8. Коваль К., Телегін О. Логістика в умовах війни: ключові виклики та шляхи протидії загрозам. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2025. Вип. 1(41). С. 167–178. [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2025-1\(41\)-167-178](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2025-1(41)-167-178).
9. Система ADAS: що потрібно знати перед вибором авто? *AVIS Leasing* : вебсайт. URL: <https://avisleasing.com.ua/blog/systema-adas-shcho-tse-take-ta-yaki-perevagy> (дата звернення: 29.04.2026).
10. ADAS і асистенти водія: чому водію вже мало просто «вміти крутити кермо». *Автошкола «Карат»* : вебсайт. URL: <https://autoshkola.com.ua/ua/blog/adas-i-asystenty-vodiia> (дата звернення: 29.04.2026).

МОДЕЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ПРИВОДУ ОБЕРТАННЯ МАШИНИ БАРАБАННОГО ТИПУ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМИ ДАНИМИ

Поліщук Сергій, Семенюк Тарас

здобувачі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – д.т.н., професор Наumenко Ю. В.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Значення моменту опору заповнення камери обертання барабанної машини зручно оцінювати у відносних величинах [1] при використанні відносного моменту опору ψ_M

$$\psi_M = \frac{M}{M_{max}},$$

де M – дійсний момент опору; M_{max} – умовний максимальний момент опору, який відповідає розподілу заповнення в поперечному перерізі камери у вигляді ідеального твердотілого сегмента, що повернуто разом із барабаном відносно початкового положення у стані спокою на прямий кут θ (рис. 1).

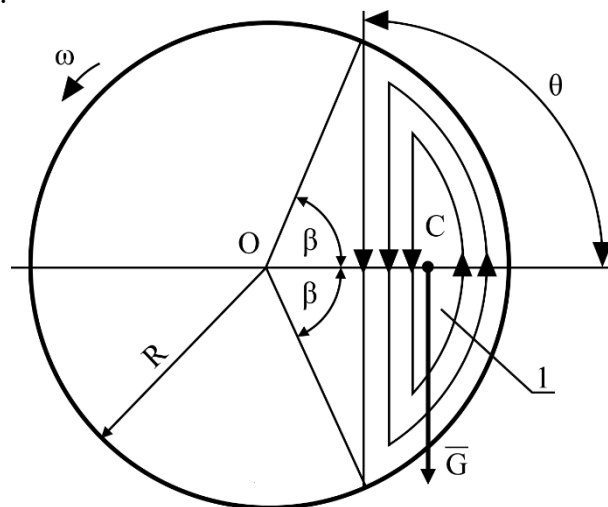


Рис. 1. Схема виникнення умовного максимального моменту опору заповнення обертання барабана M_{max} : 1 – ідеальний сегмент заповнення у поперечному перерізі камери, R – радіус камери барабана, θ – умовний кут нахилу заповнення на 90° , β – половина центрального кута ідеального сегмента у поперечному перерізі камери, G – сила тяжіння заповнення, ω – кутова швидкість обертання барабана

Величина умовного максимального моменту опору M_{max} дорівнює добутку модуля сили тяжіння матеріалу заповнення G на відстань OC від осі обертання O до центра тяжіння сегмента C

$$M_{max} = \frac{2}{3} R^3 (\sin^3 \beta) L \rho g,$$

де ρ – об'ємна густина заповнення в стані спокою, β – половина центрального кута ідеального сегменту заповнення у поперечному перерізі камери.

Величина кута β визначається наближено із трансцендентного рівняння

$$2\beta - \sin(2\beta) = 2\pi\kappa,$$

де κ – ступінь заповнення камери барабана матеріалом

$$\kappa = \frac{w}{\pi R^2 L},$$

w – об'єм заповнення камери у стані спокою, L – довжина камери барабана.

Умовний максимальний момент опору M_{max} визначається уявним розподілом заповнення в камері, що відповідає виникненню теоретично максимально можливого значення моменту опору. Такий уявний розподіл заповнення в камері практично не може бути реалізовано. Проте умовно максимально можливе значення моменту опору M_{max} , для певного ступеня заповнення камери κ , може бути застосовано як базу відліку для оцінки дійсного моменту опору M у відносних одиницях, що дозволяє відволікатись від розмірів камери R і L та густини заповнення ρ . Зазначене обумовлює використання відносного моменту опору ψ_M , значення якого змінюється у діапазоні 0–1, як критерію подібності динамічних процесів обертання барабанної машини.

Як критерій ефективності робочих процесів машин барабанного типу, зумовлений режимом руху заповнення камери, зручно використовувати різновид відносного моменту опору $\psi_{M0.5}$, величина якого дорівнює відношенню дійсного моменту опору заповнення обертання барабана M до умовного максимального моменту при половинному заповненні камери $M_{max0.5}$

$$\psi_{M0.5} = \frac{M}{M_{max0.5}}, \quad (1)$$

де $M_{max0.5} = M_{max}$ при $\beta = \pi/2$

$$M_{max0.5} = \frac{2}{3} R^3 L \rho g.$$

Величина умовного максимального моменту опору M_{max} набуває максимального значення при половинному заповненні камери $\kappa = 0.5$. Тому застосування різновиду відносного моменту опору при половинному заповненні камери $\psi_{M0.5}$, як динамічного критерію подібності, дозволяє абстрагуватись не тільки від R , L та ρ , але також і від ступеня заповнення камери κ .

Як енергетичну характеристику приводу барабанної машини зручно прийняти відносну потужність опору завантаження обертання при половинному заповненні камери $\psi_{P0.5}$

$$\psi_{P0.5} = \psi_{M0.5} \psi_{\omega}, \quad (2)$$

де ψ_{ω} – відносна кутова швидкість обертання барабана

$$\psi_{\omega} = \frac{\omega}{\omega_{cr}},$$

ω_{cr} – критична кутова швидкість обертання барабана, що відповідає рівності значення відцентрового прискорення на циліндричній поверхні камери значенню гравітаційного прискорення g

$$\omega_{cr} = \sqrt{\frac{g}{R}}.$$

Відносна потужність опору при половинному заповненні камери $\psi_{P0.5}$, значення якої

також змінюється у діапазоні 0–1, може бути застосована як критерій подібності енергетичних процесів обертання барабанної машини.

Для прикладу при визначенні абсолютного моменту опору M було використано тарувальні залежності моменту приводу від швидкості обертання, що було отримано за допомогою динамометричного стенда [2]. Вважалось, що режим руху заповнення в камері обертового барабана є усталеним. Залежності моменту та потужності опору приводу від швидкості обертання вважались квазістатичними. Значення відносної швидкості ψ_ω при експериментальному визначенні $\psi_{M0.5}$ та $\psi_{P0.5}$ змінювалось у діапазоні 0–1,35 із кроком 0,05.

Графіки отриманих результатів експериментального визначення зміни $\psi_{M0.5}$ та $\psi_{P0.5}$ для ступеня заповнення $\kappa=0,45$ незв'язними зернистим матеріалом із частинками близької до сферичної форми з відносним розміром $\psi_d=d/(2R)=0,0104$ від відносної швидкості ψ_ω наведено на рис. 2. Значення $\psi_{M0.5}$ та $\psi_{P0.5}$ обчислювались за виразами (1) та (2).

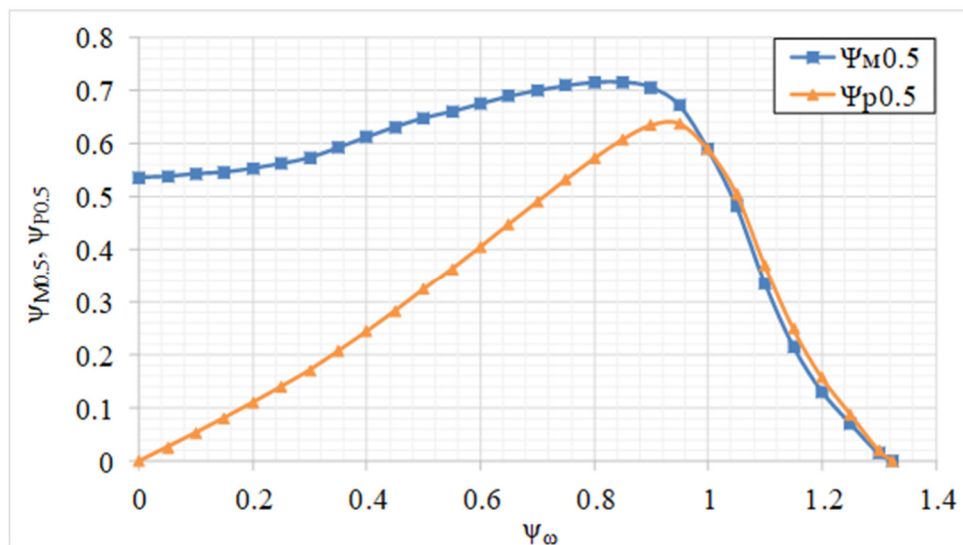


Рис. 2. Експериментальна залежність зміни $\psi_{M0.5}$ та $\psi_{P0.5}$ від ψ_ω для $\kappa=0.45$

Отримані експериментальні залежності чисельних значень зміни відносного моменту опору $\psi_{M0.5}$ та відносної потужності опору $\psi_{P0.5}$ характеризують у критеріальній формі кількісний вплив швидкості обертання на енергоємність приводу барабанної машини. Виявлено монотонне зниження $\psi_{M0.5}$ та $\psi_{P0.5}$ зі зменшенням швидкості обертання. Встановлено, що $\psi_{M0.5}$ набуває максимального значення при $\psi_\omega=0.85$, а $\psi_{P0.5}$ – при $\psi_\omega=0.9–0.95$.

1. Наumenko Ю. В., Дейнека К. Ю. Теоретичні основи робочих процесів машин барабанного типу : монографія. Рівне : НУВГП, 2014. 531 с.
2. Naumenko Y., Deineka K. Determining the effect of rotation speed on the energy efficiency of the impact, compression and abrasion grinding processes in a tumbling mill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 6. Issue 1(138). P. 41–53. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.343388>.

РОЛЬ ТРАНСПОРТУ В ЕКОНОМІЦІ КРАЇНИ

Присяжнюк Богдан

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Транспортна система є фундаментом сучасної економіки, виконуючи роль «кровоносної системи», що з'єднує виробничі потужності, ринки збуту та споживачів. В умовах глобальної цифровізації та необхідності відновлення економічного потенціалу України, аналіз ролі транспорту виходить за межі простого переміщення вантажів, охоплюючи аспекти інвестиційної привабливості регіонів та впровадження інноваційних технологій управління [1–3].

Основна економічна функція транспорту полягає у забезпеченні товарообігу та зниженні логістичних витрат у собівартості продукції. Ефективна транспортна мережа стимулює розвиток регіональної економіки. Наприклад, розвиток транспортних вузлів у таких містах, як Рівне чи Дубно, безпосередньо впливає на розвиток місцевого підприємництва та створення нових робочих місць. Транспорт забезпечує доступ до віддалених ринків, що дозволяє підприємствам масштабувати виробництво та оптимізувати ланцюги постачання [4].

Роль пасажирського транспорту в економіці часто недооцінюється, хоча саме він забезпечує мобільність трудових ресурсів. Якісне транспортне сполучення розширює територіальні межі ринку праці, дозволяючи фахівцям працювати у великих центрах, проживаючи в передмісті. Це сприяє збалансованому розвитку територій та підвищує загальну продуктивність праці через зменшення часу на поїздки.

Економічна ефективність перевізників визначається структурою собівартості, де найбільшу частку займають пально-мастильні матеріали (45%) та оплата праці (25%). Як показано на (рисунок), значна частина коштів спрямовується на технічне обслуговування застарілого парку, тоді як частка інвестицій у цифровізацію залишається мінімальною. Оптимізація цих витрат можлива через впровадження GPS-моніторингу та енергоефективних технологій, що дозволяє знизити експлуатаційні видатки на 15–20%. Таким чином, трансформація структури витрат є ключовою умовою стабільності транспортної галузі.



Рисунок. Структура витрат (%) на пасажирські перевезення [3]

Сучасний етап розвитку галузі неможливий без інтеграції цифрових рішень. Як зазначається у дослідженнях, впровадження інтелектуальних транспортних систем (ITS) дозволяє підвищити ефективність використання рухомого складу на 15–20%. Ключовими елементами тут є:

- автоматизовані системи оплати проїзду (АСОП): забезпечують прозорість фінансових потоків та точний облік пасажиропотоку;
- GPS-моніторинг: дозволяє контролювати дотримання графіків та оптимізувати витрати пального;
- Big Data: аналіз великих даних допомагає прогнозувати пікові навантаження та коригувати маршрутні мережі для уникнення дублювання [5].

Перехід до «зеленої» економіки вимагає трансформації транспортного сектору. Зменшення використання викопного пального та перехід на електричний транспорт (електробуси, трамваї) не лише покращує екологічну ситуацію, а й знижує енергетичну залежність країни. Це створює підґрунтя для залучення міжнародних інвестицій та грантів, спрямованих на сталий розвиток інфраструктури [6].

Попри високий потенціал, галузь стикається з низкою проблем. Основною з них є зношеність рухомого складу. Використання застарілих моделей автобусів (наприклад, БАЗ-А079) призводить до підвищення витрат на ремонт та зниження безпеки перевезень. Крім того, наявність дублюючих маршрутів та відсутність єдиної координації між різними видами транспорту створюють зайву конкуренцію та фінансову нестабільність підприємств [7].

Транспорт відіграє стратегічну роль у забезпеченні економічного зростання країни. Його розвиток має базуватися на трьох складових: оновленні фізичної інфраструктури, глибокій цифровізації процесів управління та впровадженні екологічно чистих технологій. Лише комплексна модернізація транспортної системи дозволить Україні інтегруватися до європейської логістичної мережі та підвищити конкурентоспроможність національної економіки [8].

Таким чином, подальший розвиток транспорту в Україні має ґрунтуватися на комплексному підході, що передбачає оновлення рухомого складу, впровадження цифрових рішень та перехід до екологічно сталих видів перевезень. Це сприятиме зниженню витрат, підвищенню якості послуг і зміцненню конкурентоспроможності економіки. У результаті транспорт виступатиме не лише інфраструктурною складовою, а й потужним драйвером економічного зростання та євроінтеграційних процесів держави.

1. Про транспорт : Закон України від 04.07.1994 № 75/94-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/75/94-вр> (дата звернення: 02.05.2026).
2. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-р> (дата звернення: 02.05.2026).
3. Дикань В. Л., Кірдіна О. Г., Чебанова Н. В. Економіка транспортного комплексу : підручник. Харків : УкрДУЗТ, 2018. 245 с.
4. Павлов В. І., Шамрицька С. М., Бортнік С. М. Транспортно-логістичний комплекс регіону : монографія. Рівне : НУВГП, 2012. 188 с.
5. Яновський П. О. Інтелектуальні транспортні системи : навч. посіб. Київ : НАУ, 2015. 132 с.
6. Бакуліч О. О., Камінська О. В. Екологізація транспортної системи України в контексті Європейської зеленої угоди. *Вісник Національного транспортного університету*. 2020. Вип. 1. С. 12–21.
7. Транспорт і зв'язок України : стат. зб. / за ред. О. О. Кармазіної. Київ : Держстат України, 2023. 160 с.
8. Пашенко Ю. Є. Транспортно-дорожній комплекс України в умовах глобалізації економіки. Київ : НІСД, 2019. 64 с.

УДК 656.022

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В СТРУКТУРІ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Римар Михайло

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Швець М. Д.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Нині в Україні спостерігається інтенсифікація розвитку інтермодальних та мультимодальних перевезень в експортному, імпортному та транзитному сполученнях. Зокрема, йдеться про розвиток інтермодальних перевезень всередині України та у сполученні з країнами Східної Європи та Балтії [1].

Згідно класичного визначення, інтермодальні перевезення – це система доставки вантажів у міжнародному сполученні декількома видами транспорту за єдиним перевізним документом і передачі вантажів в пунктах перевалки з одного виду транспорту на інший без участі власника вантажу в єдиній вантажній одиниці (або транспортному засобі).

Основним елементом перевізного процесу при інтермодальних перевезеннях виступає інтермодальна вантажна одиниця. Основу сучасних інтермодальних перевезень вантажів складають контейнери міжнародного стандарту ISO. Також використовуються і інші вантажні одиниці, такі як контрейлери, трейлери, змінні кузови, пакети і блок-пакети вантажу [2].

Логістика дає можливість виконати дослідження та провести аналіз інтермодального варіанту перевезень з метою інтеграції переваг кожного з видів транспорту. На основі принципів логістичної системи перевезень створюються концепції взаємозамінності послуг галузей транспорту, включаючи специфічні види перевезень вантажів при особливих умовах, наприклад великовагових, довгомірних і режимних.

Створення логістичних систем – це процес, що відбувається поетапно. На першому етапі створення фірм експедиторів – логістичних операторів перевезень в вузлах і регіонах. Безпосередньо саме ці оператори здійснюють доставку вантажів від вантажовідправника до кінцевого споживача по одному транспортному документу і за єдиною ставкою тарифу. При цьому логістичний оператор діє як самостійна юридична особа. Він укладає договір з власником вантажу і повністю звільняє останнього від проблем, пов'язаних з доставкою вантажу від складу відправника до складу одержувача.

Для побудови схеми інтермодального потоку і побудови логістичної системи, перш за все, необхідно знати характеристики транспортних систем, включи роботу різних видів транспорту (залізничного, морського, річкового і автомобільного). При цьому враховуються техніко-економічні особливості різних видів транспорту, їх переваги та недоліки, що визначають сфери їх раціонального використання з урахуванням витрат та інших показників.

При виборі виду транспорту корисною є таблиця Вільяма Дж. Стантона (таблиця) рекомендаціями якої можна скористатися при вирішенні задачі вибору транспортних засобів при доставці вантажу в інтермодальному варіанті.

Негативні наслідки руйнувань обумовлюють нагальну потребу у відновленні транспортних шляхів для забезпечення економічної стабільності країни. Водночас важливо зосередитись на створенні умов для розвитку мультимодальних перевезень. Такі перевезення здатні підвищити ефективність транспортної системи України, сприяючи зниженню витрат на транспортування, підвищенню швидкості доставки вантажів і забезпеченню стійкості експортно-імпортних операцій в умовах війни [3].

Таблиця

Порівняльна характеристика видів транспорту (за критеріями Стантона)

Критерій вибору	Вид транспорту та його характеристика				
	Залізничний	Водний	Автомобільний	Трубопровідний	Повітряний
Швидкість (час у дорозі)	Середня	Дуже низька	Висока	Низька	Дуже висока
Вартість (тариф)	Середня	Дуже низька	Висока	Дуже низька	Дуже висока
Надійність (дотримання графіку)	Середня	Низька	Висока	Дуже висока	Висока
Здатність доставляти різноманітні вантажі	Висока	Дуже висока	Висока	Дуже низька (спеціалізований)	Низька (обмеження)
Доступність (наявність мережі)	Середня	Низька	Дуже висока	Дуже низька	Середня

Якість логістичних ланцюгів за участю різних видів транспорту в значній мірі залежить від діяльності пунктів їх взаємодії (морських і річкових портів) – логістичних стиків міжконтинентального (водного) і внутрішньо-континентального (залізничного і автомобільного) видів транспорту, які забезпечують функції передачі вантажів з однієї транспортної системи в іншу, а також поєднання різних транспортних і відповідних інформаційних систем.

Інтермодальне перевезення відрізняється від інших способів тим, що власник вантажу укладає договір на весь шлях з однією особою (фірмою), так званим оператором перевезення. Вантажна одиниця при цьому не підлягає переформовуванню. Відповідальність за збереження і своєчасність доставки вантажу одержувачу несе оператор. Принципова схема організації інтермодального перевезення вантажу представлена на рисунку.

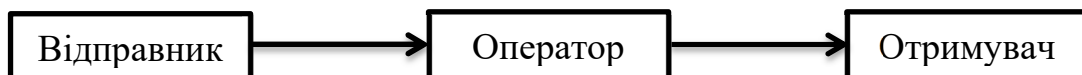


Рисунок. Принципова схема інтермодального перевезення вантажу

Як видно з рисунку, основна роль в доставці вантажу від відправника до одержувача відводиться оператору, ефективність роботи якого залежить від рівня використання логістичних інформаційних систем, що дозволяють на основі своєчасної, достовірної, повної і точної інформації приймати обґрунтовані рішення перевезення вантажів.

1. Чайка-Петегрич Л. Б. Мультимодальні та інтермодальні вантажоперевезення в системі міжнародної транспортної логістики. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Сер. Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2020. Вип. 33. Ч. 2. С. 114–117.

2. Швець В. М., Швець М. Д. Аналіз розвитку інтермодальних перевезень. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем*: зб. тез II міжнар. наук.-техн. інтернет-конф., 25–27 травня 2020 р. Рівне : НУВГП, 2020. С. 92–93.

3. Ситнік В. В., Пікуліна О. В. Розвиток мультимодальних перевезень в Україні: економічний та інфраструктурний виміри. *Огляд економіки та управління транспортом*. 2024. Вип. 12(28). С. 90–100.

**ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ
ЗЕРНИСТОГО ЗАПОВНЕННЯ В КАМЕРІ МАШИНИ БАРАБАННОГО ТИПУ
МЕТОДОМ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ**

Ріжок Назарій, Васін Олександр

здобувачі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – д.т.н., професор Науменко Ю. В.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Процес обробки зернистого матеріалу в камері машини барабанного типу реалізується при взаємодії частинок заповнення ударом, роздавлюванням та стиранням. Інтенсивність ударної, стискаючої та зсувної взаємодії визначається зонами польоту, зсувного шару та твердотілого руху заповнення у поперечному перерізі камери обертового барабана [1].

Внутрішньокамерне зернисте завантаження машини барабанного типу, що обертається із навколо горизонтальної осі, здійснює циркуляційний рух переважно у трифазному режимі течії (рис. 1).

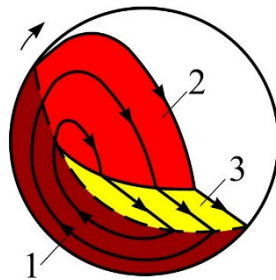


Рис. 1. Схема зон руху зернистого заповнення камери обертового барабана [2]:
1 – твердотіла зона, 2 – зона невилітного падіння, 3 – зона зсувного шару

При малій швидкості обертання переважає масова частка зони 1. Зі збільшенням швидкості частки зон 2 та 3 зростають за рахунок зони 1. Із наближенням швидкості до критичного значення частка зони 2 досягає максимального значення, а частка зони 3 прямує до нуля. При великій швидкості обертання виникає режим руху у вигляді пристінкового шару, що складається лише зі зони 1.

Було застосовано експериментальний метод чисельного моделювання на основі експериментальної візуалізації поведінки заповнення в камері обертового барабана для визначення розподілу заповнення в камері обертового барабана. Візуалізація здійснювалась шляхом фіксації через прозору торцеву стінку та подальшої обробки картин руху завантаження у поперечному перерізі камери.

Як спрощений випадок монофракційного заповнення використовувався зернистий матеріал із сферичними частинками з відносним розміром $\psi_d = d/(2R) = 0.0104$.

Як вхідний параметр прийнято відносну швидкість обертання барабана $\psi_\omega = \omega/\omega_{cr}$, де ω – поточне значення кутової швидкості обертання; $\omega_{cr} = \sqrt{g/R}$ – критична кутова швидкість обертання, що відповідає рівності відцентрового прискорення на циліндричній поверхні камери барабана $\omega^2 R$ прискоренню сили тяжіння g .

Як геометричну характеристику заповнення прийнято ступінь заповнення камери – $\kappa = w/(\pi R^2 L)$, де w – об'єм порції заповнення в камері у стані спокою, L – довжина камери барабана.

Як характеристики обсягів зон руху заповнення прийнято масові частки твердотілої

зони κ_{sr} , зони зсувного шару κ_{sl} та зони польоту κ_{fr} :

$$\kappa_{sr} = \frac{F_{sr}}{\pi R^2 \kappa}, \quad \kappa_{sl} = \frac{F_{sl}}{\pi R^2 \kappa v_{sl}}, \quad \kappa_{fr} = 1 - \kappa_{sr} - \kappa_{sl},$$

де F_{sr} – площа твердотільної зони на картині руху; F_{sl} – площа зони зсувного шару; v_{sl} – дилатансія зони зсувного шару. Вимірювання площ геометричних фігур на картинах руху здійснювались за допомогою спеціалізованих комп'ютерних систем.

Графіки отриманих результатів чисельного визначення зміни масових часток κ_{sr} , κ_{sl} та κ_{fr} від відносної швидкості обертання ψ_ω для $\kappa=0,45$ наведено на рис. 2.

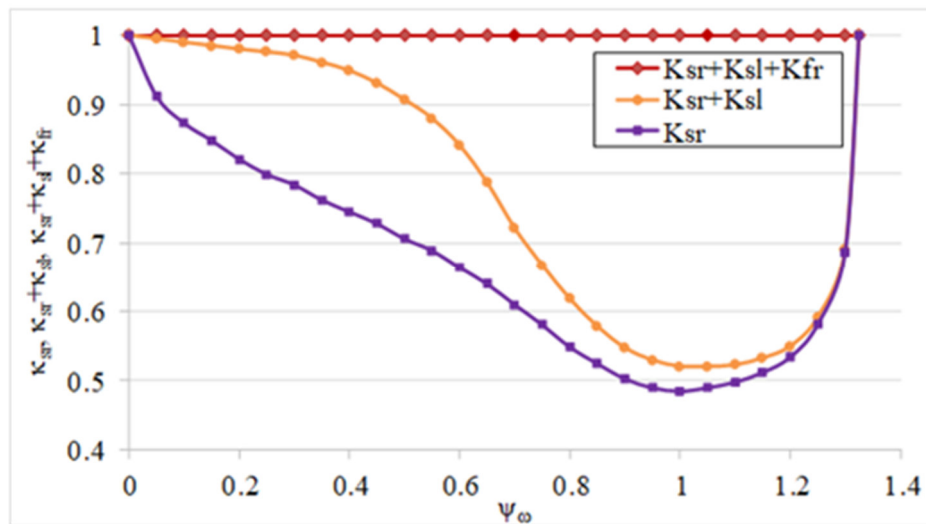


Рис. 2. Функціональна залежність зміни κ_{sr} , κ_{sl} та κ_{fr} від ψ_ω для $\kappa=0,45$

Локалізація та інтенсивність реалізації взаємодій елементів визначались зонами руху заповнення у поперечному перерізі камери обертового барабана. Реалізація ударної взаємодії локалізується на поверхні переходу зони польоту у зону зсувного шару, стискаючої взаємодії – на поверхні переходу зони зсувного шару у твердотільну зону, зсувної взаємодії – у зоні зсувному шарі. Мінімальне значення κ_{sr} і максимальне значення κ_{fr} досягається при підвищеній швидкості обертання, максимальне значення κ_{sl} досягається при зниженій швидкості. Мінімальне значення κ_{sr} становить 0,49 при $\psi_\omega=1$, максимальне значення κ_{sl} – 0,2 при $\psi_\omega=0,4-0,45$ та максимальне значення κ_{fr} – 0,48 при $\psi_\omega=1-1,05$.

1. Наumenko Ю. В., Дейнека К. Ю. Теоретичні основи робочих процесів машин барабанного типу : монографія. Рівне : НУВГП, 2014. 531 с.
2. Naumenko Y., Deineka K. Determining the effect of rotation speed on the energy efficiency of the impact, compression and abrasion grinding processes in a tumbling mill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 6. Issue 1(138). P. 41–53. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.343388>.

ОСНОВНІ ВИДИ ШАХТНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ЇХ ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Семенюк Василь

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Шахтний транспорт призначений для прийому й переміщення різних вантажів і людей на підземних гірничодобувних підприємствах. Він є сполучною ланкою між процесами виймання та складування гірничої маси. Від чіткої роботи шахтного транспорту залежить ефективність розробки всього підприємства.

До перших десятиліть ХХ ст. вугілля біля вибою завантажували в дерев'яні ящики, що розміщувались на полозах санок. Для цього використовували навальну лопату-грабарку (у формі ковша), великі грудки вантажили руками. Вивезення вугілля від вибою до рейкової колії (на відкотний штрек) здійснювали робітники-саночники, які «впрягалися» у лямки або ланцюги санок і транспортували вантаж вагою до 150 кг. Іноді цю працю виконували підлітки, які пересувалися рачки – спираючись на долоні й коліна.

На відкотному штреку вугілля перевантажували у вагонетки (по 30 – 35 пудів) і по рейках вручну відкочували їх до підйомної кліті. На деяких шахтах була відкатка кінсьми, яких запрягали у потяг з вагонеток. Для цього в шахті під землею тримали стайню. Кінь, якого спускали в шахту, залишався там на все життя, швидко втрачав зір і пристосовувався до неприродного, зовсім «не кінського» існування. Підйом кліті з вагонетками здійснювали за допомогою парової машини. На малих шахтах вугілля доставляли в цебрах, які піднімали коловоротом з кінним приводом [1].

Сучасний шахтний транспорт включає транспортні машини й комунікації, допоміжне обладнання (вантажні, перевантажувальні й розвантажувальні пункти), засоби автоматизації й диспетчеризації, а також засоби технічного обслуговування й ремонту. Залежно від місця роботи розрізняють транспорт на поверхні й підземний шахтний транспорт. Перший з них поділяють на внутрішній (у межах підприємства) і зовнішній.

Основні види підземного шахтного транспорту – локомотивний, конвеєрний, самохідний на пневмошинному ході, гравітаційний, скреперний, гідравлічний і пневматичний. Допоміжний шахтний транспорт – локомотивний або самохідний, монорейковий, моноканатні дороги або ґрунтові дороги з канатною тягою. Перевезення людей здійснюють пасажирськими составами, сформованими зі спец. вагонеток, самохідними машинами на пневмошинному ході, монорейковими або моноканатними підвісними дорогами, рідше – людськими або вантажо-людськими конвеєрами. На шахтах великої виробничої потужності застосовують скіпові підйомники. На поверхні шахти стрічкові конвеєри розташовують в закритих галереях на розвантажувальних естакадах. Порода від надшахтної будівлі у відвал перевозять в основному автотранспортом, рідше – за допомогою підвісних канатних доріг, на терикони – спецвагонетками [1; 2].

На поверхню шахти основний вантаж піднімають за допомогою скіпового або клітьового підйомів. При використанні скіпів вугілля (порода) надходить до відповідного бункера. Із породного або вугільного бункера вантаж за допомогою коливних живильників по лотках надходить на стрічкові конвеєри. Сторонні предмети видаляють у воронки, а потім направляють в автосамоскиди. Залізничні вагони навантажують з використанням конвеєра. Якщо вантаж піднімають клітьми, на поверхні влаштовують горизонтальні приймальні майданчики. Із цією метою в межах шахтної площадки настиляють рейкові колії для прийому

й обміну навантажених вагонеток на порожні, встановлюють устаткування для їхнього розвантажування.

За місцем розташування підземний шахтний транспорт поділяють на привибійний, магістральний і транспорт у вузлах сполучення виробок. Як привибійний транспорт використовують навантажувально-транспортні машини, самохідні вагонетки, скреперні й гідравлічні установки, а при проведенні виробок великого перерізу – автосамоскиди і прохідницькі комплекси (щити). Магістральний шахтний транспорт представлений локомотивами (у горизонтальних виробках), конвеєрами, канатними й гідравлічними установками (у похилих виробках). На рисунку показано типову схему підземного транспорту. Гірничу масу з прохідницьких вибоїв переміщують у вагонетках локомотивом 1 горизонтальними виробками. Розвантажують состав над ямою 2 стаціонарної підземної станції. Насипний матеріал надходить у бункер, а далі конвеєром 10 похилої виробки й конвеєром 4 виробки приствольного двору – до скіпового ствола. Для допоміжних вантажів використовують канатний транспорт 9. Вагонетки на приймально-відправочних майданчиках пересувають за допомогою штовхачів 8, 11. Людей перевозять локомотивами 1 і 7 (відповідно відкаточним горизонтом і по виробці горизонту приствольного двору), а також лебідками 3 (похилою виробкою). Насипні вантажі розвантажують над ямою 5. Вагонетки в кліті подають штовхачами 6 [1; 2].

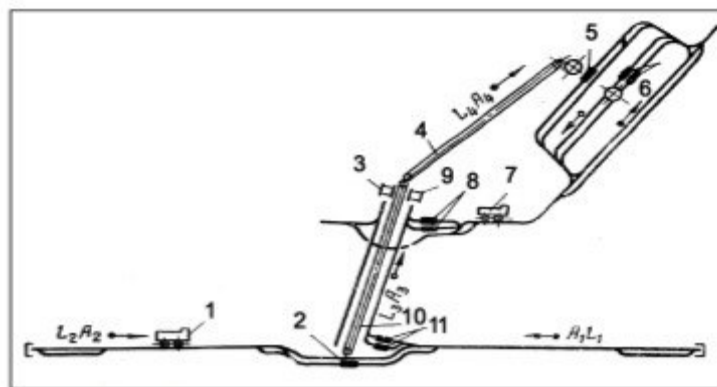


Рисунок. Система підземного транспорту

Формування составів різного призначення виконують у приствольних дворах. До транспортних засобів шахтного транспорту ставлять ряд основних вимог: забезпечення безперебійної роботи підготовчих вибоїв, висока маневреність, швидкість транспортування, простота керування, комфортність і безпечність умов для обслуговочного персоналу, мінімальні транспортні витрати, малі габарити. Перспективи розвитку шахтного транспорту пов'язують із конвеєризацією (самохідні, крутопохилі та телескопічні конвеєри, конвеєри зі змінною геометрією для криволінійних виробок), зменшенням пунктів перевантаження. Рівень конвеєризації на вітчизняних вугільних шахтах планується довести до 30% по горизонтальних виробках і до 100% – по похилих. На вугільних шахтах поряд з електровозами перспективи застосування мають дизелевози, а на рудниках – навантажувально-транспортні машини на пневматичному ході й самохідні вагони. Нові транспортні машини проектується з гідравлічними приводами, вбудованою апаратурою автоматизації, системами освітлення, зв'язку, тощо.

1. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. Д. : Східний видавничий дім, 2013. Т. 3 : С – Я. 644 с.

2. Маланчук З. Р., Корнієнко В. Я., Сорока В. С., Васильчук О. Ю. Транспортні системи гірничих підприємств : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2018. 190 с. ISBN 978-966-327-412-6.

РОЛЬ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У СВІТОВІЙ ЕКОНОМІЦІ

Скубік Богдан

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

Транспорт є однією з ключових складових сучасної світової економіки, оскільки забезпечує переміщення товарів, послуг і людських ресурсів між регіонами та країнами. Його функціонування створює умови для розвитку міжнародної торгівлі, спеціалізації виробництва та формування глобальних економічних зв'язків. В умовах глобалізації значення транспортних перевезень постійно зростає, оскільки вони забезпечують інтеграцію національних економік у світову господарську систему [1; 2].

Транспорт не створює матеріальних благ, проте забезпечує їх переміщення, що є невід'ємною частиною виробничого процесу. Саме завдяки транспорту відбувається зв'язок між різними секторами економіки, підприємствами та країнами. Без ефективної транспортної системи сучасне виробництво було б неможливим, оскільки порушувались би процеси постачання сировини, комплектуючих і доставки готової продукції [3].

У сучасній світовій економіці транспортні перевезення виступають основою функціонування міжнародної торгівлі. Зростання обсягів міжнародного товарообігу, розвиток кооперації виробництва та активізація туристичної діяльності сприяли суттєвому збільшенню обсягів транспортних послуг і якісному розвитку транспортної інфраструктури. Транспортна інфраструктура відіграє визначальну роль у формуванні регіональних економічних просторів і є важливим чинником глобалізації світового господарства [2].

Міжнародні транспортні послуги забезпечують переміщення продукції між континентами, що дозволяє країнам реалізовувати свій економічний потенціал, розширювати ринки збуту та підвищувати конкурентоспроможність. Сучасний ринок транспортних послуг є складною системою, яка включає різні види транспорту, правила їх функціонування та механізми взаємодії між учасниками логістичних процесів.

Важливим показником ролі транспорту в економіці є вантажообіг і пасажирообіг, які характеризують обсяги перевезень і ефективність транспортної системи. Вантажообіг визначається як добуток маси перевезених вантажів на відстань транспортування, що дозволяє оцінити реальний обсяг виконаної транспортної роботи.

Сучасна транспортна система включає різні види транспорту: автомобільний, залізничний, морський, річковий, повітряний, трубопровідний та ЛЕП. Кожен із них має свої переваги та сферу застосування. Наприклад, автомобільний транспорт забезпечує гнучкість і доступність перевезень, залізничний – ефективність при великих обсягах вантажів, морський – основну частку міжнародних перевезень, а повітряний – швидкість доставки.

Аналіз структури транспортних перевезень свідчить, що у вантажообігу значну частку займає залізничний транспорт (понад 50%), а також автомобільний і трубопровідний транспорт. Водночас повітряні та водні перевезення мають меншу частку через специфіку вантажів і їхню високу вартість [2]. Це свідчить про диференціацію ролі різних видів транспорту залежно від характеру вантажів і економічної доцільності їх використання.

Особливе значення в сучасній логістиці мають транспортно-логістичні центри, які забезпечують координацію перевезень і підвищують ефективність логістичних процесів. Їх діяльність базується на принципах комплексного обслуговування, стандартизації документів,

інтеграції інформаційних систем та централізованого контролю виконання замовлень. Це дозволяє оптимізувати транспортні потоки, зменшити витрати та підвищити якість транспортних послуг.

Логістичні центри забезпечують організацію перевезень за принципами «від дверей до дверей», «точно в термін» і з мінімальними витратами. Вони інтегрують діяльність різних учасників логістичного ланцюга, включаючи транспортні компанії, митні органи, банки та страхові установи, що сприяє підвищенню ефективності міжнародних перевезень [4].

Сучасні тенденції розвитку транспортної галузі пов'язані з впровадженням інформаційних технологій. Використання цифрових платформ, систем моніторингу та управління перевезеннями дозволяє оптимізувати маршрути, скоротити час доставки та зменшити витрати. Інформатизація також сприяє створенню єдиного інформаційного простору для всіх учасників логістичного процесу.

Разом із тим, транспортна галузь стикається з низкою проблем, серед яких екологічне навантаження, необхідність модернізації інфраструктури та забезпечення безпеки перевезень. Функціонування транспорту пов'язане зі значним впливом на навколишнє середовище, що вимагає впровадження екологічно безпечних технологій.

Важливим напрямом розвитку є створення міжнародних транспортних коридорів і логістичних вузлів, які забезпечують ефективне переміщення вантажів між країнами. Наприклад, формування логістичних центрів на перетині міжнародних транспортних шляхів сприяє інтеграції національних транспортних систем у глобальну мережу.

У сучасних умовах транспорт виступає не лише як допоміжна галузь, а як стратегічний фактор економічного розвитку. Він впливає на структуру міжнародного поділу праці, розвиток регіонів і формування економічної політики держав.

Таким чином, транспортні перевезення відіграють ключову роль у світовій економіці, забезпечуючи функціонування міжнародної торгівлі, інтеграцію економік і розвиток логістичних систем. Вони сприяють підвищенню ефективності виробництва, розширенню ринків збуту та економічному зростанню. Подальший розвиток транспортної галузі пов'язаний із впровадженням інноваційних технологій, удосконаленням логістичних процесів і підвищенням екологічної безпеки перевезень.

1. Міжнародний транспортно-логістичний центр. Європейська спілка транспортників України : вебсайт. URL: <http://www.estu.com.ua/logistic%20center.html> (дата звернення: 20.04.2026).

2. Адвокатова Н. О., Повод Т. М. Транспортна інфраструктура у міжнародній економічній діяльності. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 2. С. 25–33. <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2020.2.3>.

3. Гілецький Й. Р., Сливка Р. Р., Атаманюк Я. Д. Географія : підручнк. Харків : Вид-во «Ранок», 2017. 246 с.

4. Контейнерні перевезення: переваги та недоліки. Логістична компанія ITL : вебсайт. URL: <https://itl-ltd.com/blog/view/konteyinernye-perevozki-preimuschestva-i-nedostatki/> (дата звернення: 20.04.2026).

УДК 658.5:004.9

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ ПІДПРИЄМСТВА

Сліпенький Євгеній

ст. викладач

Данилюк Юрій

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

У сучасних умовах розвитку ринкової економіки ефективне управління логістичними процесами є одним із ключових факторів конкурентоспроможності підприємства. Особливе місце в логістичній системі займає складська логістика, яка забезпечує збереження, обробку та переміщення матеріальних ресурсів [1–3].

Зростання обсягів товарообігу, ускладнення ланцюгів постачання та підвищення вимог до швидкості обслуговування клієнтів зумовлюють необхідність удосконалення методів управління складом. У цьому контексті важливого значення набуває моделювання складських процесів на основі системного підходу, що дозволяє розглядати склад як складну динамічну систему [4].

Системний підхід передбачає розгляд складу як цілісної системи, що складається з взаємопов'язаних елементів: приймання товарів, зберігання, комплектування замовлень, внутрішньоскладське транспортування та відвантаження. Кожен із цих елементів впливає на загальну ефективність функціонування системи [5].

Основними принципами системного підходу є: цілісність і взаємозв'язок елементів; ієрархічність структури; адаптивність до змін зовнішнього середовища; орієнтація на кінцевий результат.

Застосування системного підходу дозволяє виявити «вузькі місця» у складських процесах та визначити напрями їх оптимізації.

Моделювання є ефективним інструментом дослідження складських систем. Воно дозволяє відтворити реальні процеси функціонування складу в спрощеній формі з метою їх аналізу та вдосконалення.

Існують такі основні види моделей складської логістики: аналітичні моделі, що базуються на математичних залежностях; імітаційні моделі, які відтворюють поведінку системи в часі; економіко-математичні моделі, спрямовані на оптимізацію витрат і ресурсів.

Найбільш ефективним у сучасних умовах є використання імітаційного моделювання, яке дозволяє враховувати випадкові фактори, змінність попиту та інші невизначеності [6].

Процес моделювання складської системи включає кілька послідовних етапів [7; 8]:

- постановка цілей дослідження;
- аналіз існуючих складських процесів;
- формалізація системи та визначення її параметрів;
- побудова моделі;
- проведення експериментів з моделлю;
- аналіз отриманих результатів та розробка рекомендацій.

На кожному з етапів важливо враховувати як внутрішні характеристики складу (площа, обладнання, персонал), так і зовнішні фактори (попит, постачальники, транспортна інфраструктура).

Застосування системного підходу до моделювання складської логістики забезпечує підвищення ефективності використання складських ресурсів, скорочення часу обробки

замовлень, зниження логістичних витрат, покращення якості обслуговування клієнтів, можливість прогнозування розвитку системи.

Крім того, моделювання дозволяє перевіряти різні сценарії розвитку без ризику для реального підприємства.

Важливим напрямом розвитку моделювання складської логістики є інтеграція сучасних інформаційних технологій, зокрема систем управління складом, автоматизованих засобів обробки даних та технологій штучного інтелекту [9]. Використання таких інструментів дозволяє не лише підвищити точність моделей, але й забезпечити їх адаптивність у реальному часі. Завдяки цьому підприємства отримують можливість швидко реагувати на зміни попиту, оптимізувати запаси та підвищувати рівень обслуговування клієнтів. Крім того, поєднання системного підходу з цифровими технологіями сприяє формуванню концепції «розумного складу», що є важливим елементом цифрової трансформації логістики.

Отже, системний підхід до моделювання складської логістики є важливим інструментом підвищення ефективності діяльності підприємства. Він дозволяє комплексно аналізувати складські процеси, враховувати взаємозв'язки між елементами системи та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Використання сучасних методів моделювання сприяє оптимізації матеріальних потоків, зниженню витрат і підвищенню конкурентоспроможності підприємства. Перспективним напрямом подальших досліджень є впровадження цифрових технологій та автоматизованих систем управління складом.

1. Федорова В. О., Блага В. В. Логістика : навч. посіб. Харків : ФОП Бровін О. В., 2019. 153 с.
2. Тюріна Н. М., Гой І. В., Бабій І. В. Логістика : навч. посіб. Київ : «Центр учбової літератури», 2015. 392 с.
3. Кислий В. М., Біловодська О. А., Олефіренко О. М., Соляник О. М. Логістика: Теорія та практика : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 360 с.
4. Перебийніс В. І., Перебийніс О. В. Транспортно-логістичні системи підприємств: формування та функціонування : монографія. Полтава : РВЦ ПУСКУ, 2006. 207 с.
5. Складська логістика : навч. посіб. / В. Є. Марчук, М. Ю. Григорак, О. М. Гармаш, О. В. Овдієнко. Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 256 с.
6. Чибіряк Я. І., Овчаренко К. В. Моделювання складальних процесів з використанням програмного забезпечення FlexSim. *Інформатика, математика, механіка* : тези доп. міжвуз. наук.-техн. конф. викладачів, співробітників, аспірантів і студентів. Суми : СумДУ, 2020. С. 181.
7. Основні етапи логістичного процесу: від складу до доставки. *Галичина* : вебсайт. URL: <https://galychyna.org/blog/business/osnovni-etapy-lohistychnoho-protsesu-vid-skladu-do-dostavky> (дата звернення: 30.04.2026).
8. Аулін В. В., Гриньків А. В., Лисенко С. В., Головатий А. О., Голуб Д. В. Теоретичні і методологічні основи логістики транспортних і виробничих систем : монографія / під заг. ред. д.т.н., проф. В. В. Ауліна. Кропивницький : Видавець Лисенко В. Ф., 2021. 503 с.
9. Система складського обліку. *LOGISTICON WMS* : вебсайт. URL : <https://logisticon.ua/wms/> (дата звернення: 30.04.2026).

УДК 658.78:004.9

ЦИФРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ІТ-РІШЕНЬ

Сліпенький Євгеній

ст. викладач

Олексієвець Денис

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Цифрове моделювання складської логістики з використанням сучасних ІТ-рішень є одним із ключових напрямів розвитку підприємств у умовах цифрової трансформації економіки. Зростання обсягів електронної комерції, ускладнення ланцюгів постачання та підвищення вимог до швидкості обслуговування клієнтів зумовлюють необхідність оптимізації складських процесів. Традиційні підходи до управління складами вже не забезпечують достатньої ефективності, тому впровадження цифрових технологій стає критично важливим для підвищення конкурентоспроможності бізнесу [1].

Цифрове моделювання складської логістики передбачає створення віртуальної моделі складу, яка відтворює реальні процеси приймання, зберігання, обробки та відвантаження товарів. Такий підхід дозволяє аналізувати функціонування складської системи без втручання у реальні операції, виявляти вузькі місця та тестувати різні сценарії управління. Використання імітаційних, аналітичних та гібридних моделей дає змогу досліджувати поведінку складської системи в різних умовах та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Одним із ключових об'єктів цифрового моделювання є процес приймання товарів. На цьому етапі важливо оптимізувати розвантаження транспорту, розподіл ресурсів та контроль якості продукції. За допомогою цифрових моделей можна визначити оптимальну кількість приймальних зон, зменшити час простою транспорту та підвищити швидкість обробки вантажів. Це особливо актуально для підприємств з великим товарообігом.

Не менш важливим є моделювання процесів зберігання товарів. Рациональне розміщення продукції на складі дозволяє суттєво скоротити час пошуку та переміщення товарів. Використання цифрових моделей допомагає оптимізувати структуру складських зон, визначити найбільш ефективні стратегії розміщення товарів та підвищити щільність зберігання без втрати доступності.

Процес комплектації замовлень також потребує детального аналізу та оптимізації. Цифрове моделювання дозволяє визначити найкоротші маршрути переміщення працівників або роботів, зменшити кількість помилок при відборі товарів та скоротити час виконання замовлень. Використання сучасних технологій, таких як голосове управління або світлові системи відбору, може бути ефективно протестовано саме у цифровому середовищі перед впровадженням у реальні процеси [2].

Відвантаження товарів є завершальним етапом складської логістики, який також може бути оптимізований за допомогою цифрового моделювання. Планування графіків відправок, консолідація замовлень та оптимізація завантаження транспортних засобів дозволяють зменшити витрати та підвищити рівень обслуговування клієнтів. Цифрові моделі допомагають оцінити ефективність різних стратегій відвантаження та обрати найбільш раціональну.

Сучасні ІТ-рішення відіграють ключову роль у реалізації цифрового моделювання складської логістики. Системи управління складом забезпечують автоматизацію операцій, контроль руху товарів у реальному часі та інтеграцію з іншими інформаційними системами підприємства. ERP-системи дозволяють поєднати логістичні процеси з фінансовими та

виробничими, створюючи єдину інформаційну платформу для управління бізнесом.

Важливу роль відіграють технології Інтернету речей, які забезпечують збір даних у реальному часі за допомогою датчиків та пристроїв відстеження. Це дозволяє контролювати місцезнаходження товарів, умови їх зберігання та стан обладнання. Зібрані дані можуть використовуватися для побудови більш точних цифрових моделей та підвищення ефективності управління складом [3].

Технології великих даних та штучного інтелекту відкривають нові можливості для прогнозування та оптимізації складських процесів. Аналіз великих обсягів інформації дозволяє передбачати попит, оптимізувати рівень запасів та автоматично приймати рішення щодо поповнення товарів. Машинне навчання може адаптуватися до змін у поведінці клієнтів та забезпечувати більш гнучке управління логістикою.

Одним із найбільш перспективних напрямів є використання цифрових двійників складу. Така технологія дозволяє створити точну цифрову копію реального об'єкта, яка постійно оновлюється на основі актуальних даних. Це дає змогу тестувати різні управлінські рішення, прогнозувати наслідки змін та підвищувати ефективність роботи складу без ризиків для реального бізнесу [4].

Впровадження цифрового моделювання складської логістики має низку переваг, серед яких підвищення продуктивності, зниження витрат, покращення якості обслуговування клієнтів та підвищення гнучкості управління. Однак цей процес супроводжується певними викликами, зокрема високими витратами на впровадження, необхідністю інтеграції з існуючими системами, потребою у кваліфікованих фахівцях та забезпеченням кібербезпеки [5].

У перспективі розвиток цифрового моделювання складської логістики буде пов'язаний із подальшою автоматизацією складів, використанням роботизованих систем, впровадженням автономного транспорту та інтеграцією новітніх технологій, таких як блокчейн і доповнена реальність. Це дозволить створити більш ефективні, гнучкі та стійкі логістичні системи.

Таким чином, цифрове моделювання складської логістики є важливим інструментом сучасного управління, який дозволяє підприємствам адаптуватися до швидких змін ринку, оптимізувати свої процеси та досягати високого рівня ефективності. Використання сучасних ІТ-рішень забезпечує нові можливості для розвитку логістики та формує основу для подальшої цифрової трансформації бізнесу.

1. Christopher M. Logistics & supply chain management. Harlow : Pearson, 2016. 328 p. URL: <https://rudycr.com/supchn/Christopher%20Logistics%20and%20Supply%20Chain%20Management%204th%20txtbk.pdf> (дата звернення: 16.04.2026).
2. Rushton A., Croucher P., Baker P. The handbook of logistics and distribution management. London : Kogan Page, 2017. 704 p.
3. Simchi-Levi D., Kaminsky P., Simchi-Levi E. Designing and managing the supply chain. New York : McGraw-Hill, 2008. 544 p.
4. Шевченко І. В. Інформаційні системи і технології в логістиці : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2020. 312 с.
5. Колодізева Т. О., Руденко Г. Р. Інноваційні технології в логістиці : навч. посіб. Харків : Вид. ХНЕУ, 2013. 268 с.

УДК 656.13

МІСЬКИЙ ТРАНСПОРТ МАЙБУТНЬОГО: ВІД ЦИФРОВІЗАЦІЇ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Сташук Світлана

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Сучасні урбаністичні процеси визначають транспорт як один із ключових чинників сталого розвитку міст. Перехід від традиційних моделей мобільності до інноваційних рішень охоплює два взаємопов'язані напрями – цифровізацію та екологічну трансформацію. Цифровізація міського транспорту включає впровадження інтелектуальних систем управління рухом, використання великих даних для прогнозування мобільності, розвиток мобільних додатків для інтеграції різних видів транспорту та оптимізації маршрутів. Це дозволяє підвищити ефективність перевезень, зменшити затори та забезпечити прозорість транспортних процесів [1–3].

Екологічна трансформація передбачає поступове заміщення традиційних видів транспорту електробусами, трамваями нового покоління та розвиток велоінфраструктури. Вона спрямована на зниження викидів CO₂, покращення якості повітря та формування здорового міського середовища. Інноваційні зміни у транспортній системі сучасних міст спрямовані на поєднання цифрових технологій та екологічних рішень. Місто Рівне поступово впроваджує елементи «розумної мобільності» – електробуси, системи GPS-навігації, цифрові сервіси для відстеження руху транспорту. Це створює передумови для переходу до сталого міського середовища. На рис. представлено узагальнену схему транспортної системи майбутнього, яка демонструє взаємозв'язок між цифровізацією та екологічною трансформацією [4; 5].



Рисунок. Схема транспортної системи майбутнього

Розвиток електробусів, цифрових сервісів та вело мережі створює комплексну систему мобільності, орієнтовану на екологічність, зручність і технологічну ефективність [6]. Такий

підхід сприяє підвищенню якості життя мешканців Рівного та формує основу для сталого розвитку міського транспорту (таблиця).

Таблиця

Порівняння напрямів транспортної трансформації Рівного

Напрямок	Ціль	Переваги	Очікувані результати
Електробуси	Зменшення шкідливих викидів, оновлення автопарку	Економія енергії, зниження шуму, комфорт для пасажирів	Покращення екологічного стану міста, зменшення витрат на паливо
Цифрові сервіси	Оптимізація руху транспорту, підвищення ефективності перевезень	GPS-навігація, мобільні додатки, прозорість транспортних процесів	Зменшення заторів, покращення доступності інформації для мешканців
Вело мережа	Розвиток альтернативних видів мобільності	Здоровий спосіб життя, зниження навантаження на дороги	Формування екологічної культури пересування, зменшення транспортного навантаження

Міський транспорт майбутнього формується на основі двох ключових тенденцій – цифровізації та екологічної трансформації. Впровадження інтелектуальних систем управління рухом, мобільних додатків і технологій аналізу даних забезпечує ефективність та прозорість транспортних процесів. Паралельно розвиток електротранспорту, велоінфраструктури та екологічних рішень сприяє зниженню негативного впливу на довкілля та покращенню якості міського середовища.

Поєднання цих напрямів створює комплексну систему мобільності, орієнтовану на технологічну ефективність, екологічність і комфорт для мешканців. Такий підхід не лише відповідає сучасним викликам урбанізації, але й формує основу для сталого розвитку міст, де транспорт стає інструментом підвищення якості життя та гармонійного розвитку суспільства.

1. Палант О. Ю., Захаров Д. С., Приймак В. О. Перспективи розвитку громадського транспорту в контексті створення smart-інфраструктури міст України. *Причорноморські економічні студії*. 2023. Вип. 84. С. 85–89. URL: <https://doi.org/10.32782/bses.84-14>.

2. Гавриков Д. Інноваційно-цифрові трансформації як шлях до сталого розвитку підприємств транспортного комплексу. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2025. Vol. 4(4). С. 96–103. <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20250404.10>.

3. Поляк В. В., Яворська Т. М. Цифровізація транспортної інфраструктури України. *Прикладні аспекти сучасних міждисциплінарних досліджень* : матер. III Міжнар. наук.-практ. конф. Донецького національного університету ім. Василя Стуса. Вінниця, 2024. С. 64–67. URL: <https://jpasmd.donnu.edu.ua/article/view/16710/16606>. (дата звернення: 16.04.2026).

4. Карашук В., Помазков М., Клецька О., Джус О., Катунов І. Стан та перспективи підвищення екологічності та енергоефективності транспорту. *Наука та виробництво*. 2023. Вип. 26. С. 70–78. URL: <https://doi.org/10.31498/2522-9990262023294298>.

5. Шапенко Є. М., Котова С. О., Білоног О. В. Сучасні тенденції та перспективи сталого розвитку системи міського пасажирського транспорту. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. 2025. № 2, Т. 36(75). С. 306–310. URL: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.2.1/46>.

6. Агасієв М., Буцкевич М. Розвиток сталої міської мобільності. Інституційний репозитарій Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/46741/2/MTPSNTS_2024_Ahasiyev_M-Development_of_sustainable_116-117.pdf (дата звернення: 16.04.2026).

УДК 621.43

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ВЕРХНЬОЇ ГОЛОВКИ ШАТУНА ДВИГУНА КамАЗ-740

Теслюк Антон

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – д.т.н., доцент Рибалко І. М.

*Державний біотехнологічний університет,
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002*

Шатун є однією з найбільш відповідальних деталей кривошипно-шатунного механізму двигуна [1–3]. Його стрижень сприймає високі знакозмінні, стискальні, розтягувальні та згинальні навантаження, а внутрішні поверхні верхньої та нижньої головок піддаються інтенсивному механічному зношуванню. Складність діагностування та ремонту шатунів полягає у проведенні великої кількості додаткових робіт, пов'язаних із розбиранням двигуна з метою доступу до цих деталей. Також слід зазначити, що під час роботи двигуна шатун здійснює переміщення за великих швидкостей руху.

Шатун – сталевий, кований, стержень 1 має двотавровий переріз (рис. 1). Верхня головка шатуна нероз'ємна, нижня виконана з прямим і плоским роз'ємом. Шатун остаточно обробляють у зборі з кришкою 2, тому кришки шатунів не взаємозамінні. У верхню головку шатуна запресована сталебронзова втулка 3, а в нижню встановлені змінні вкладиші 4. Кришка нижньої головки шатуна кріпиться за допомогою гайок 6, накручених на болти 5, попередньо запресовані в стержень шатуна. Затягування шатунних болтів здійснюється за встановленою схемою. На кришці та стержні шатуна нанесені мітки спареності – тризначні порядкові номери. Крім того, на кришці шатуна вибитий порядковий номер циліндра.

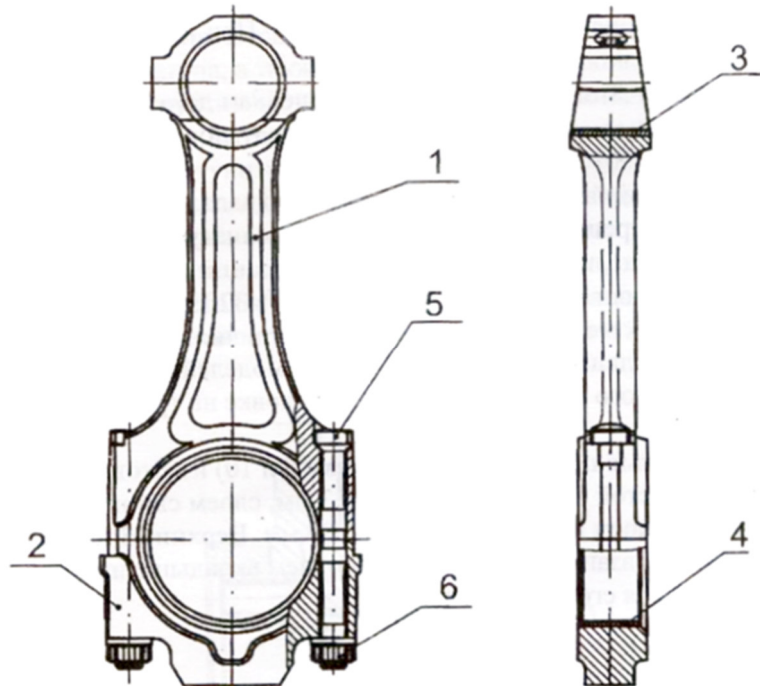


Рис. 1. Шатун: 1 – стрижень шатуна; 2 – кришка шатуна; 3 – втулка верхньої головки шатуна; 4 – вкладиш нижньої головки шатуна; 5 – болт кріплення кришки шатуна; 6 – гайка бовта кріплення кришки шатуна

Таблиця

Вимоги на дефектування шатунів двигуна КамАЗ-740

№ дефекту	Найменування дефекту	Коефіцієнт повторюваності дефекту		Спосіб усунення дефекту	
		тих, що надходять на дефектування	ремонтпридатних	основний	допустимий
1	Знос верхньої головки шатуна до діаметра понад 48,04 мм	0,8	1,0	Розточування під ремонтний розмір	Залізнення
2	Знос, овальність та конусоподібність поверхні нижньої головки шатуна понад 85,05 мм	0,8	1,0	Залізнення	Газополуменеve наплавлення
3	Вм'ятини, виробітка на площадці під гайку	0,3	1,0	Цекування	Цекування
4	Вигин на довжині 100 мм понад 0,2. Скручування на довжині 100 мм понад 0,4	0,2	1,0	Правка	Правка

Під час ремонту в даний час бракуються 7% шатунів, відновлюються (переважно шляхом заміни втулки верхньої головки) – 28%, інші 65% використовуються без ремонту. Максимальне зношування втулки верхньої головки шатуна спостерігається в площині осі шатуна, тобто в площині дії газових та інерційних сил. Зміни технічного стану шатуна в процесі експлуатації є основою для обґрунтування змісту основних етапів технологічного процесу його відновлення (див. таблицю). Схема технологічного процесу відновлення шатуна наведена на рис. 2.

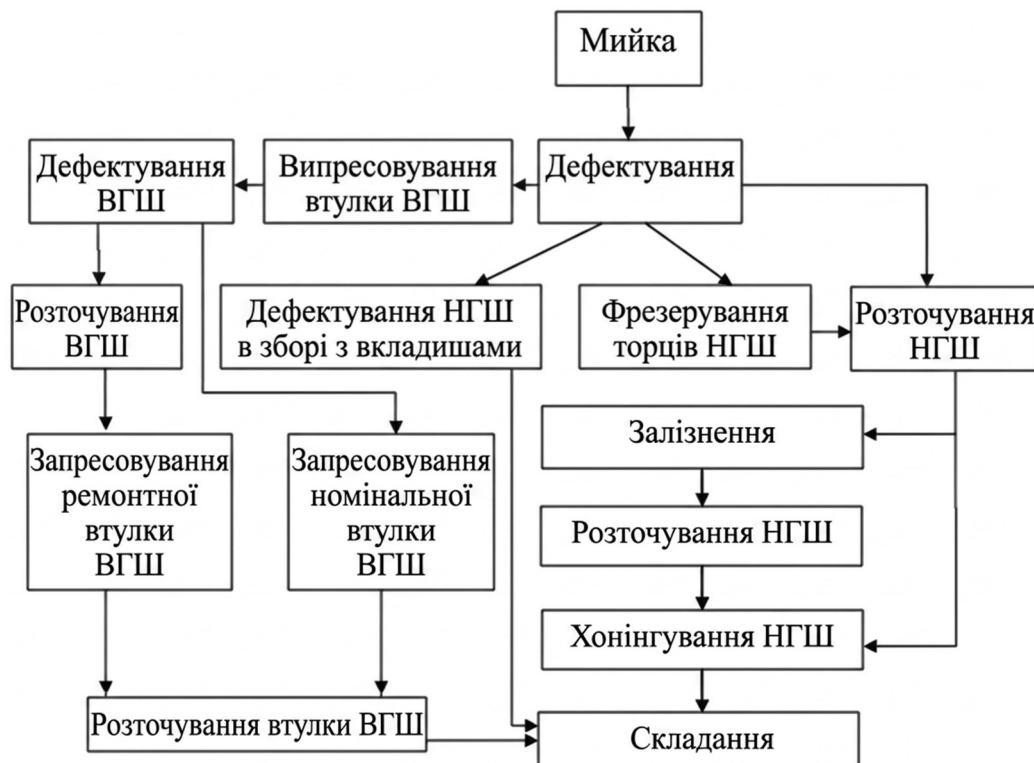


Рис. 2. Схема технологічного процесу відновлення шатуна

Існує кілька етапів і варіантів відновлення отворів нижньої та верхньої головок шатуна, а саме: розточування під ремонтний розмір; залізнення; газополуменеve наплавлення; електроіскрова обробка з подальшим розточуванням під номінальний розмір; хромування; електроконтактне наплавлення; застосування полімерних матеріалів. Усі ці методи часто поєднують у собі не лише відновлення зношених поверхонь деталей, а й одночасне їх зміцнення, тобто підвищення зносостійкості поверхонь порівняно зі стандартними деталями.

Нижче представлено перелік вимог та контрольованих параметрів, які враховуються при оцінці якості ремонту шатуна:

1. Розкомплектування шатунів із кришкою не допускається.
2. Тріщини та обломи шатунів не допускаються.
3. Не допускаються шатуни, що мають аварійний вигин і скручування.
4. При наявності зірваної різьби шатуни не допускаються.
5. Контроль круглості та циліндричності отвору у втулці верхньої головки шатуна (ВГШ).
6. Контроль круглості та циліндричності поверхні верхньої головки шатуна.
7. Контроль круглості та циліндричності поверхні нижньої головки шатуна (НГШ).

Шорсткість поверхні $R_a = 0,63$ мкм.

8. Контроль перекосу в площині осей отворів нижньої та верхньої головок шатуна.
9. Контроль відстані між осями отворів нижньої та верхньої головок шатуна.
10. Контроль різниці мас шатунів одного комплекту.

Результати аналізу несправностей шатуна показують, що одним із найпоширеніших дефектів є зношування отворів верхньої та нижньої головок шатуна.

Втулки верхньої головки шатунів при капітальному ремонті (КР) замінюють на нові. Нову втулку запресовують під пресом так, щоб її стик був розташований під кутом 90° до осі симетрії шатуна проти годинникової стрілки. Потім втулку обробляють прошиванням до розміру діаметра $27,5^{+0,045}_0$ 2 мм (зусилля запресовування після обробки має бути не менше 6 кН), свердлять отвір для проходження оливи діаметром 5 мм, з двох сторін знімають фаски $0,75 \times 45^\circ$ і розточують втулку до розміру за робочим кресленням діаметром $28,0^{+0,007}_{-0,003}$ мм.

Розточування втулок виконують на спеціальних або токарно-гвинторізних верстатах після встановлення шатуна в пристосування, використовуючи як базу отвір нижньої головки, що забезпечує паралельність осей отворів верхньої та нижньої головок шатуна. Зменшення відстані між осями верхньої та нижньої головок менше 184,9 мм є ознакою вибракування. Розмір між осями отворів витримується за рахунок зміщення осі верхньої головки. При відновленні отворів у нижній головці шатуна залізненням ця відстань може бути при розточуванні отвору витримана в необхідних розмірах за робочим кресленням $185 \pm 0,05$ мм.

Запропонована технологія може бути використана на ремонтних підприємствах, які займаються обслуговуванням і ремонтом двигунів сільськогосподарської техніки, або на підприємствах, що експлуатують розглянуту техніку.

1. Ремонт машин та обладнання : підручник / О. І. Сідашенко та ін. ; за ред. проф. О. І. Сідашенка, О. А. Науменка. (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 № 1/11 – 545). Київ : Агроосвіта, 2015. 665 с.

2. Технологія ремонту машин та обладнання : навч. посіб. / О. І. Сідашенко, О. В. Тіхонов, С. О. Лузан та ін. Харків : ХНТУСГ, 2017. 361 с.

3. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин : навч. посіб. / О. І. Сідашенко, О. В. Тіхонов, Т. С. Скобло та ін. ; за ред. О. І. Сідашенко, О. В. Тіхонова Харків : ТОВ «Пром-Арт», 2018. Том 2. 491 с.

ІНТЕГРАЦІЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ

Форманчук Аліна Сергіївна

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Сучасний етап розвитку глобальної економіки характеризується стрімким впровадженням інноваційних рішень у всі сфери суспільного життя, серед яких транспортна галузь посідає одне з ключових місць. У контексті забезпечення життєдіяльності міст та міжрегіональних зв'язків, організація пасажирських перевезень виступає складним багатогранним процесом.

Згідно з фундаментальними працями В. К. Долі, організація пасажирських перевезень – це складна система взаємодії між перевізником, пасажиром та інфраструктурою [1]. Ефективність цієї системи визначається здатністю технології (як сукупності методів та засобів обробки ресурсів [2]) забезпечувати мінімальні витрати часу та максимальний комфорт при дотриманні високого рівня безпеки. У сучасному розумінні технологія стає не просто допоміжним інструментом, а стрижнем, що інтегрує всі етапи перевезення в єдиний керований алгоритм.

Сучасний стан та виклики інфраструктури. Дослідження М. М. Багрія та колег вказують на те, що нинішня транспортна інфраструктура України потребує глибокої модернізації через фізичний знос та моральну застарілість [3]. Інтеграція новітніх систем стає ключовим чинником оновлення, де цифрові рішення компенсують обмеженість фізичних ресурсів за рахунок інтелектуального управління потоками. Як зазначає А. М. Брайковська, формування ринку транспортних послуг у сучасних умовах напряму залежить від конкурентоспроможності підприємств, яка сьогодні неможлива без впровадження інновацій у сервісну складову перевезень [4].

Цифрова трансформація як драйвер галузі. Вплив цифровізації на транспортну галузь є системним: К. О. Січкаренко наголошує, що цифрові інструменти трансформують економічну модель функціонування транспорту, роблячи її прозорішою [5]. Г. М. Лозова, В. В. Клименко та І. А. Кожоляно підкреслюють, що цифрова трансформація в Україні передбачає створення мультимодальних транспортних мереж, де управління здійснюється на основі хмарних технологій та електронного документообігу, що кардинально підвищує швидкість прийняття управлінських рішень [6].

Роль великих даних та автоматизації платежів. Технології Big Data відіграють критичну роль у прогнозуванні попиту, оскільки дозволяють аналізувати величезні масиви інформації про переміщення населення для побудови оптимальних графіків руху [7]. Паралельно з цим, спеціалізовані платіжні рішення (як-от системи *Payah*) забезпечують безконтактну оплату проїзду [8]. Це не лише підвищує зручність для пасажирів, а й гарантує перевізнику повний контроль над обігом коштів, виключаючи людський фактор та тіньові доходи.

Екологічна безпека та сталий розвиток. Важливим аспектом інтеграції технологій є мінімізація негативного впливу на довкілля. Як зазначає Ю. Ф. Гутаревич та співавтори, автомобільний транспорт залишається одним із основних джерел забруднення [9]. Сучасна технологічна політика в перевезеннях має бути спрямована на впровадження екологічних

стандартів, перехід на альтернативні види палива та використання інтелектуальних систем керування двигуном, що в комплексі дозволяє знизити антропогенне навантаження при збереженні високої ефективності процесу.

Окремим чинником зростання ефективності стає впровадження систем інтелектуального моніторингу та дистанційної діагностики стану транспортних засобів. Використання датчиків Інтернету речей дозволяє перевізникам перейти від регламентного до передбачуваного технічного обслуговування, що значно скорочує кількість виходів техніки з ладу під час виконання рейсу. Це забезпечує стабільність транспортного процесу, мінімізує експлуатаційні ризики та гарантує виконання зобов'язань перед пасажирами щодо регулярності та безпеки перевезень.

Цифрові інструменти трансформують клієнтський досвід, роблячи транспортну систему прозорою та доступною. Використання електронних карток та онлайн-сервісів для купівлі квитків і відстеження маршрутів у реальному часі усуває інформаційні бар'єри, скорочує черги та забезпечує якість пасажирських перевезень.

Таким чином, інтеграція сучасних технологій не є просто додатковим елементом, а стає базовою умовою виживання на ринку перевезень. Вона дозволяє одночасно досягти двох стратегічних цілей: зниження операційних витрат для перевізника та підвищення якості й комфорту для пасажирів.

1. Доля В. К. Пасажирські перевезення. Харків : В-тво «Форт», 2011, 504 с.
2. *Технологія*. Вікіпедія : вебсайт. URL: <https://uk.wikipedia.org> (дата звернення: 20.04.2026).
3. Багрій М. М., Коновалова О. В., Разумова К. М., Чайка Н. Г. Питання сучасного стану інфраструктури транспортної системи. *Наукоємні технології*. 2021. № 3. Том 51. С. 265–270. <https://doi.org/10.18372/2310-5461.51.15997>.
4. Брайковська А. М. Дослідження особливостей формування ринку транспортних послуг як середовища функціонування підприємств транспорту. *Економіст*. 2012. № 9. С. 50–54.
5. Січкаренко К. О. Вплив цифровізації економіки на розвиток транспортної галузі. *Причорноморські економічні студії*. 2019. Вип. 38/1. С. 76–79.
6. Лозова Г. М., Клименко В. В., Кожоляно І. А. Цифрова трансформація транспортної системи в Україні. *Теоретичні та прикладні питання економіки*. Київ : КНУ імені Тараса Шевченка, 2022. Вип. 1 (44). С. 174–186.
7. *Що таке великі дані (Big Data)?* *University.sigma.software* : вебсайт. URL: <https://university.sigma.software/what-is-big-data/> (дата звернення: 20.04.2026).
8. *Платіжні системи для громадського транспорту*. *Nayax* : вебсайт. URL: <https://nayax.com.ua/business/gromadskyj-transport/>. (дата звернення: 20.04.2026).
9. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посіб. / Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун, А. О. Корпач, Л. П. Мержиєвська. Київ : Арістей, 2006. 292 с.

СКЛОПЛАСТИК ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ У СУЧАСНОМУ АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

Черевашенко Ігор
магістр
Калюжний Олексій,
к.т.н., доцент

*Державний біотехнологічний університет
вул. Алчевських, 44, 61002, Харків*

Сучасні автомобілі розробляють із особливою увагою до зменшення ваги та підвищення енергоефективності, оскільки це безпосередньо впливає на витрати палива та рівень викидів CO₂. Зниження маси транспортного засобу на 100 кг дозволяє економити від 0,35 до 0,6 літра палива на 100 км і скорочує викиди на 8,4 г/км, що є особливо важливим для електромобілів, де вага впливає на запас ходу та ресурс батареї [1].

Перспективні матеріали скловолокнисті полімерні композиції (GFRP – Glass Fiber Reinforced Polymer) який поєднує полімерну матрицю та армуючі скловолокна, що забезпечує матеріалу жорсткість і здатність ефективно сприймати механічні навантаження. Полімерна матриця, зазвичай епоксидна, поліефірна або вінілестерова смола, забезпечує стабільність форми, передає напруження між волокнами та захищає композит від хімічного та температурного впливу. Армуючі скловолокна, як правило типу E (електричний, загального призначення) або S (підвищеної міцності), виконують основну несучу функцію, сприймаючи більшість механічних навантажень. Співвідношення волокна до матриці за об'ємом коливається від 40 до 60%, що дозволяє оптимізувати баланс між жорсткістю, міцністю та вагою. У складі композиту волокна можуть бути орієнтовані одно- або багатошарово, що дає можливість керувати механічними властивостями матеріалу в різних напрямках навантаження.

Такі композити витримують вплив корозії, температурних коливань і агресивного середовища, а також дозволяють виготовляти деталі складної конфігурації. Низька густина – близько 1,8–2,0 г/см³ у порівнянні зі сталлю (7,8 г/см³) та алюмінієм (2,7 г/см³) – дає можливість зменшити масу деталей на 20–30% без втрати міцності [2].

З урахуванням цих характеристик у сучасному автомобілебудуванні матеріал GFRP розглядаються як один із базових для зниження маси конструкцій і підвищення їх ефективності. GFRP характеризуються високою питомою міцністю, що дозволяє використовувати їх як альтернативу традиційним металам у відповідальних конструкціях автомобіля [3].

Деталі кузова, панелі дверей, корпуси повітрязабірників і декоративні накладки можуть виготовлятися з високою точністю та складною геометрією завдяки сучасним технологіям (рис.). Для виробництва таких компонентів застосовують різні методи, що забезпечують високу якість і мінімальні втрати матеріалу. Зокрема, метод RTM (Resin Transfer Molding) дозволяє отримувати точні деталі з мінімальними відходами, що робить його ефективним для створення складних елементів кузова та внутрішніх конструкцій автомобіля [4].

Панелі приладової дошки, каркаси сидінь, декоративні елементи салону та корпуси фільтрів виготовляють із використанням препрег-технології та компресійного формування. Препрег-технологія забезпечує високу точність і якість поверхні деталей, що важливо для елементів із підвищеними вимогами до геометрії. Компресійне формування підходить для масового виробництва завдяки короткому циклу виготовлення, який займає лише кілька хвилин [5–6].

Ці характеристики безпосередньо визначають переваги матеріалу при застосуванні в автомобілебудуванні:

- Зниження маси конструкцій: завдяки низькій густині матеріалу деталі на 20–30% легші за сталеві аналоги, що підвищує енергоефективність та запас ходу електромобілів.
- Високі механічні характеристики: забезпечують надійність конструкцій та дозволяють замінювати металеві елементи у відповідальних вузлах, не знижуючи безпеку та довговічність.
- Стійкість до корозії та агресивного середовища: матеріал не руйнується під впливом вологи, реагентів та перепадів температур.
- Можливість формування складної геометрії: композит легко обробляється прес-формами та методами інжекційного просочення, що дозволяє мінімізувати кількість з'єднань і підвищити точність деталей.
- Сумісність із сучасними виробничими технологіями: використання RTM, препрегів та компресійного формування забезпечує високу якість, повторюваність і ефективність виробництва.

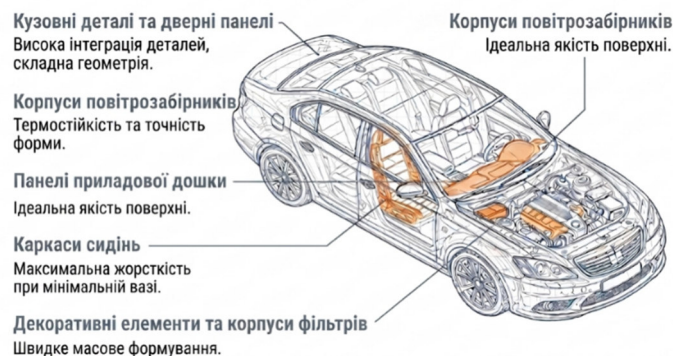


Рисунок. Основні напрями застосування склопластику в конструкції автомобіля
(створено за допомогою ІІІ)

При цьому основними недоліками цього матеріалу є:

- Висока вартість порівняно з традиційними металами (сталь, алюміній).
- Складність організації масового виробництва.
- Підвищені вимоги до контролю якості.
- Обмежені можливості вторинної переробки.

Таким чином, матеріали GFRP відіграють важливу роль у розвитку сучасного автомобілебудування, забезпечуючи ефективне поєднання малої маси, надійності та технологічності. Їх застосування сприяє зниженню енергоспоживання транспортних засобів і викидів шкідливих речовин, що особливо актуально в умовах переходу до електромобільності. Попри певні обмеження, пов'язані з вартістю та переробкою, GFRP залишаються перспективним матеріалом для створення легких і ефективних конструкцій майбутніх автомобілів.

1. Kopp G.; Beeh E.; Goede M. Super Light Car-lightweight construction thanks to a multi-material design and function integration. *European Transport Research Review*. 2008. № 1. Т. 1. С. 5–10. DOI: [10.1007/s12544-008-0001-2](https://doi.org/10.1007/s12544-008-0001-2).
2. Singh J.; Kumar M.; Kumar S.; Mohapatra S. K. Properties of Glass-Fiber Hybrid Composites: A Review. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*. 2016. № 5. Т. 56. С. 455–469 DOI: [10.1080/03602559.2016.1233271](https://doi.org/10.1080/03602559.2016.1233271).
3. Taub A. I., Luo A. A. Advanced lightweight materials and manufacturing processes for automotive applications. *MRS Bulletin*. 2015. № 12. Т. 40. С. 1045–1054 DOI: [10.1557/mrs.2015.268](https://doi.org/10.1557/mrs.2015.268).
4. Holmes M. High volume composites for the automotive challenge. *Reinforced Plastics*. 2017. № 5. Т. 61. С. 294–298. DOI: [10.1016/j.repl.2017.03.005](https://doi.org/10.1016/j.repl.2017.03.005).
5. Cischino E. et al. A Concrete and Viable Example of Multimaterial Body: The Evolution Project Main Outcomes. *Procedia CIRP*. 2017. Т. 66. С. 300–305. DOI: [10.1016/j.procir.2017.03.292](https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.292).
6. Wenlong S.; Xiaokai C.; Lu W. Analysis of Energy Saving and Emission Reduction of Vehicles Using Light Weight Materials. *Energy Procedia*. 2016. Т. 96. С. 877–883. DOI: [10.1016/j.egypro.2016.06.106](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.106).

КОНЦЕПЦІЯ «ЗЕЛЕНОГО СКЛАДУ»: СТАЛА ЛОГІСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Шайдюк Володимир

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Білічук С. М.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Особливості сучасної логістики будівельних матеріалів мають принципові відмінності від звичного процесу зберігання товарів широкого вжитку. Оперування вантажами з великою масою та нестандартними габаритами, зокрема металопрокатом, цеглою чи цементом, створює серйозне навантаження як на транспортну інфраструктуру, так і на навколишнє середовище. Серед головних проблемних аспектів варто виділити інтенсивне утворення пилу під час вантажно-розвантажувальних операцій, необхідність залучення величезних територій просто неба, а також безперервний промисловий шум. Практика показує, що класичні підходи до організації таких складських зон є надто ресурсомісткими та завдають шкоди екології, а отже, галузь потребує швидкої зміни звичних стандартів роботи [1].

Відповіддю на ці виклики стає практичне впровадження концепції «Зеленого складу». Ця модель пропонує комплексний вихід із ситуації шляхом відмови від застарілих процесів на користь інтелектуального розподілу складського простору. Ключову роль тут відіграє масштабна заміна дизельної техніки на електричну, а також застосування сучасних природоохоронних технологій для надійного збереження продукції (рис. 1). Такий формат роботи дає змогу не просто знизити рівень шкідливих викидів у довкілля, а й вибудувати високоефективну систему управління, яка допомагає логістичним компаніям помітно скоротити свої щоденні фінансові витрати [1].



Рис. 1. Традиційні методи vs Еко-технологічне майбутнє

Модернізація парку вантажної техніки та впровадження механізмів енергетичної рекуперації це є фундаментальним етапом у створенні екологічно стійкого складського господарства вважається кардинальне оновлення технічного парку для виконання вантажних операцій. Класичні підходи в будівельній логістиці тривалий час базувалися на експлуатації масивних дизельних навантажувачів, які виступали ключовими чинниками забруднення

повітря вуглецевими викидами безпосередньо в межах логістичного об'єкта. Сучасне інженерне рішення передбачає їхню повну заміну на високоефективні електричні моделі класу Heavy-dutyEVs, що функціонують на базі новітніх літій-іонних акумуляторів. Таке переоснащення дозволяє повністю ліквідувати токсичні відпрацьовані гази як у закритих складських приміщеннях, так і на відкритих територіях, а також суттєво зменшити загальний фон шумового забруднення.

Крім того, критично важливим елементом енергоощадної стратегії сучасного складу є використання автоматизованих мостових кранів, оснащених системами рекуперації енергії. Технічна реалізація цього процесу демонструє високу результативність: у моменти вертикального переміщення (опускання) важких вантажів, таких як партії металу чи масивні піддони з будівельними матеріалами, двигуни підіймальних кранів автоматично переходять у генераторний режим (рис. 2). Вони конвертують механічну енергію руху вантажу в електричну, повертаючи її для подальшого споживання у внутрішню електромережу складського комплексу. За умови інтенсивного вантажообігу, коли підіймальне обладнання працює безперервно, подібна рекупераційна система забезпечує збереження від 30 до 40 відсотків загального обсягу електроенергії. Це перетворює її на одну з найбільш економічно виправданих інженерних інвестицій у структурі сучасного логістичного вузла.



а)



б)



в)

Рис. 2. Фотографії електричних важких навантажувачів:
а) Kalmar ECG90-180; б) Hyster J10-18XD; в) Linde E100-180

Просторова оптимізація та використання штучного інтелекту для вагового зонування дають результативність логістичних процесів на складі залежить не тільки від наявного технічного обладнання, а й від раціонального планування робочих площ [2]. У цьому контексті технології штучного інтелекту стають незамінним інструментом для правильного вагового розподілу товарів. Спеціалізовані алгоритми в режимі реального часу збирають та обробляють

дані щодо маси вантажів і регулярності їхнього відправлення, щоб самостійно обирати найкращі локації для їх складування. Завдяки цьому найбільш масивні та затребувані матеріали, наприклад, піддони з цементними сумішами, розташовуються у безпосередній близькості до відвантажувальних платформ [2].

Щоб наочно пояснити цей принцип, можна навести приклад із міського середовища: коли біля великого торгового центру немає спеціально обладнаного місця для розвантаження, великогабаритна фура просто блокує проїжджу частину, утворюючи транспортний колапс. Така ситуація виникає саме через ігнорування базових принципів просторової оптимізації [3]. Схожа картина спостерігається і в межах складського комплексу. Якщо важкі вантажі з високим рівнем попиту зберігати у віддалених зонах, кожен виїзд навантажувача супроводжуватиметься значними витратами часу та енергії на подолання зайвої відстані, що робить маршрут неефективним [2].

Натомість штучний інтелект вивчає теплові карти переміщень по складу і динамічно коригує розміщення об'єктів відповідно до їхньої ваги та попиту (рис. 3). Таким чином формуються так звані «гарячі» зони просто біля вантажних рамп. Практичне застосування такої моделі управління дозволяє уникнути хаотичного руху техніки, суттєво скорочує дистанції, які долають навантажувачі, зберігає ресурс їхніх акумуляторних батарей та в кілька разів підвищує загальну швидкість обслуговування замовників [2].

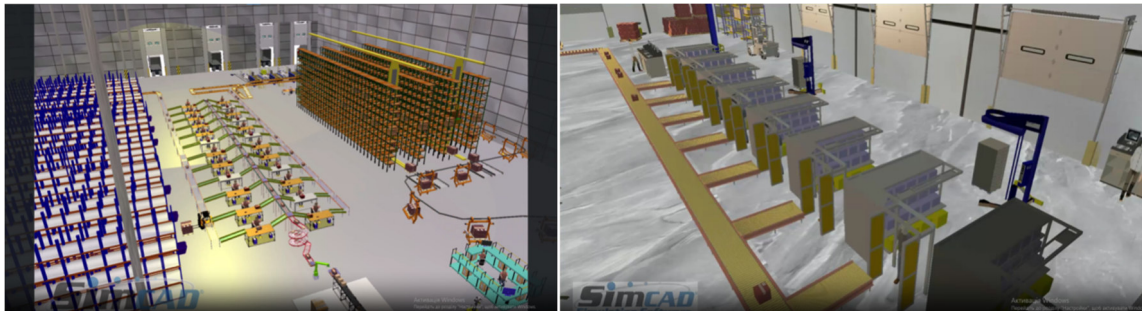


Рис. 3. Скріншоти програмного забезпечення

Розумні системи управління територією (YMS) у міській логістиці є організацією руху зовнішнього вантажного транспорту, який залишається серйозним викликом для складської інфраструктури. Програмний комплекс Yard Management System (YMS) діє як диспетчерський центр підприємства, вирішуючи проблему хаотичних черг великогабаритних вантажівок. Раніше фури годинами чекали заїзду з увімкненими двигунами, що спричиняло колосальні перевитрати пального та забруднення повітря [3].

Робота YMS у межах екологічної моделі базується на чіткому алгоритмі. Насамперед запроваджуються суворі тайм – слоти: кожен візит резервується заздалегідь (рис. 4). Принцип «немає броні – немає заїзду» миттєво ліквідує скупчення транспорту перед брамою. Наступний етап – автоматизація пропускнуго режиму. Розумні камери зчитують номерні знаки та відкривають шлагбаум без зупинок для ручної перевірки паперових документів [3].

Після заїзду активується внутрішня ШІ-навігація. Програма надсилає на смартфон водія оптимальний маршрут до вільної рампи, розрахований так, щоб автомобілі не перетиналися і не блокували рух на території. Фінальною стадією є абсолютна синхронізація: поки фура маневрує для паркування, система вже направляє до неї вільний навантажувач. Завдяки інтеграції YMS компанія повністю усуває роботу двигунів на холостому ходу, мінімізуючи викиди парникових газів, та пришвидшує обслуговування транспорту на 30–40%, що робить цю технологію вкрай вигідною економічно [3].



Рис. 4. Концепція зеленої системи управління двором складу (YMS)

Енергоавтономність та інфраструктурний захист відкритих зон зберігання. Оскільки в будівельній логістиці значна частина продукції – від деревини до цегли – традиційно розміщується на вулиці, концепція сталого розвитку пропонує перетворити ці пасивні території на прибуткові активи. Найбільш ефективним інженерним рішенням у цьому напрямку є встановлення промислових сонячних навісів (SolarCanopies) [4]. Ця інфраструктурна інновація одночасно вирішує два стратегічні завдання.

По-перше, навіси забезпечують надійний фізичний бар'єр, що захищає чутливі будівельні матеріали від негативного впливу опадів та прямого сонячного випромінювання. Це дозволяє суттєво знизити обсяги фінансових втрат, пов'язаних із псуванням вантажів через вологість чи перегрів. По-друге, такі конструкції працюють як повноцінні електростанції [4]. Велика площа даху генерує значні обсяги енергії, яка миттєво спрямовується на зарядку електричних навантажувачів та освітлення території. Таким чином, логістичний вузол не просто гарантує збереження матеріалів, а перетворює кожен квадратний метр відкритого простору на інструмент енергетичної незалежності [4].

Проблема екологічної безпеки, пилоподавлення та стабілізація мікроклімату. Одним із найбільших викликів в управлінні складами будівельної продукції залишається інтенсивне утворення пилу [5]. У процесі перевалки сипучих вантажів, таких як цемент, щебінь або пісок, виникають щільні пилові хмари. Вони не лише погіршують екологічну ситуацію на прилеглих територіях, але й пришвидшують знос дорогого обладнання та становлять пряму загрозу здоров'ю працівників. Інноваційним методом вирішення цієї проблеми є застосування систем генерації водяного туману, що функціонують на базі замкнутого автономного циклу. Роль природних водозбірників виконують масштабні дахи складських будівель: дощова вода стікає у спеціальні підземні ємності для зберігання. Далі, після ретельного очищення через фільтри, насоси під високим тиском спрямовують її до розпилювальних гармат. Створений таким чином дрібнодисперсний туман ефективно захоплює зважені в повітрі пилинки і м'яко осаджує їх на поверхню [5]. При цьому технологія унеможливує утворення надмірної вологи чи бруду на майданчику. Такий підхід до раціонального використання атмосферних опадів знімає необхідність залучення централізованого водопостачання, слугуючи яскравим зразком практичного впровадження принципів циркулярної економіки.

Поряд із нейтралізацією пилового забруднення, стратегічного значення набуває контроль за мікрокліматичними умовами в середині складських комплексів. Значні фінансові втрати підприємств часто зумовлені деградацією волого чутливої продукції (деревини, гіпсокартону, сухих будівельних сумішей) [5]. Ця загроза є особливо актуальною для західних регіонів з їхніми характерними різкими змінами погоди та підвищеним рівнем вологості. Дієвим інструментом запобігання таким збиткам є інтеграція концепції інтернету речей (IoT) [5]. На стележних конструкціях монтуються компактні сенсори, які цілодобово відстежують

температурні режими та рівень вологості у кожному окремому секторі зберігання. У разі фіксації відхилень від норми програмний комплекс реагує миттєво, без очікування втручання оператора. Відбувається автоматичний запуск промислових систем осушення повітря (рис. 5). Важливо, що для підтримки загальної енергоефективності ці агрегати отримують живлення безпосередньо від дахових сонячних електростанцій, функціонуючи лише до моменту відновлення оптимальних показників. Такий рівень автоматизації повністю нівелює ризики людської помилки, ліквідує появу браку через неналежні умови зберігання та забезпечує безкоштовне з погляду енерговитрат підтримання необхідного мікроклімату [5].

Додатковим фактором ризику є високий рівень акустичного навантаження від логістичних операцій. Це стає критичною проблемою в умовах сучасних міст, де промислові зони часто межують із житловими масивами. Відсутність якісної візуальної та шумової ізоляції провокує соціальну напругу та знижує екологічні показники прилеглих територій. З огляду на це, обов'язковою складовою екологічного складу є облаштування периметральної багаторівневої фіто зони. Для формування верхнього ярусу висаджуються породи дерев із густою та шорсткою кроною (в'яз, липа, спеціальні сорти тополі). Такий зелений бар'єр функціонує як потужний біологічний фільтр, здатний абсорбувати до 70% дрібних частинок, перешкоджаючи їх поширенню на міські вулиці. Основу нижнього ярусу складають густі вічнозелені кущі, які утворюють суцільну живу огорожу. Її головна функція – ефективно розсіювання та поглинання низькочастотних шумів від двигунів важкої техніки та вантажних автомобілів. Завдяки правильному проектуванню таких буферних насаджень, логістичний комплекс перетворюється з джерела дискомфорту на інноваційний об'єкт, що органічно вписується в урбаністичний простір та оберігає екосистему мікрорайону.



Рис. 5. Промислово водяні гармати, та пилоподавлювачі

Незважаючи на високі стартові капіталовкладення у проектування та оснащення, модель «Зеленого складу» гарантує швидке повернення інвестицій (ROI). Це досягається завдяки радикальному зниженню поточних операційних витрат за трьома основними напрямками [6].

Перший чинник – повна паливна автономність. Переведення техніки на електричну тягу та відмова від дорогого дизеля на користь власної енергії із дахових сонячних станцій дозволяє у кілька разів скоротити рахунки за зовнішні енергоносії.

Другий чинник – ліквідація товарних втрат. Цілодобовий IoT-моніторинг мікроклімату та фізичний захист матеріалів індустріальними навісами фактично зводять до нуля фінансові збитки від псування волого чутливої продукції (будівельних сумішей, деревини).

Третій чинник – здешевлення технічного обслуговування. Електродвигуни вантажної техніки не мають складних паливних систем, вузлів охолодження та класичних коробок передач. Менша кількість рухомих деталей робить їх надійнішими, а плановий сервіс – значно дешевшим порівняно з дизельними аналогами.

Таким чином, екологічна концепція складу формує потужний фінансовий щит. Вона мінімізує експлуатаційні витрати та надійно захищає логістичний бізнес від ринкових коливань цін на традиційні ресурси.

У висновку хотілося сказати що концепція «Зеленого складу» остаточно руйнує стереотип про те, що будівельна логістика неминуче супроводжується забрудненням, шумом та надмірним споживанням енергії. Інтеграція сонячної генерації, систем рекуперації та алгоритмів штучного інтелекту дозволяє створити інфраструктурний об'єкт принципово нового рівня.

Таке підприємство поєднує три ключові переваги: воно є екологічно безпечним (мінімальні вуглецеві викиди та відсутність пилу), фінансово стійким (незалежність від цін на викопне паливо) та соціально відповідальним (гармонійне співіснування з міським середовищем) [6]. Трансформація складської галузі вже стала незворотною, і її майбутнє базується виключно на принципах сталого розвитку.

1. Ткаченко Т. М., Блажаєва А. П. Перспективні «зелені» технології. *Зелене будівництво* : матер. І Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв : Видавець Торубара В. В., 2019. С. 23–24. URL: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/I-20_1-1-1.pdf (дата звернення: 01.05.2026).

2. *Simcad Pro – Process Simulation Software*. *SourceForge* : вебсайт. URL: <https://sourceforge.net/software/product/Simcad-Pro/> (дата звернення: 30.04.2026).

3. *YARD Система управління двором*. *UISLAB* : вебсайт. URL: <https://uislab.com/uk/products/yard/> (дата звернення: 01.05.2026).

4. *Solar Mounting Systems and Components by Haina Solar*. *Haina Solar* : вебсайт. URL: <https://www.hainasolar.com/Carport-Mounting-System-pl40175307.html> (дата звернення: 01.05.2026).

5. *EmiControls* : вебсайт. URL: <https://www.emicontrols.com/en/dust-control/> (дата звернення: 01.05.2026).

6. *Рентабельність інвестицій*. *Вікіпедія* : вебсайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%96%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D1%96%D0%B9 (дата звернення: 01.05.2026).

УДК 656.13

ПРОБЛЕМА ВІДСУТНОСТІ ЗОН РОЗВАНТАЖЕННЯ МАГАЗИНІВ «АТБ» У МІСТІ РІВНЕ: КОНФЛІКТ МІСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ ТА УРБАНІСТИКИ

Шайдюк Володимир

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Білічук С. М.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

На сучасному етапі еволюції українського ринку ритейлу спостерігається інтенсивне масштабування торговельних об'єктів, що функціонують у концепті «зручного магазину» (conveniencestore). Якщо аналізувати ситуацію в межах міста Рівне, то безперечним лідером за рівнем присутності та інтенсивністю трафіку покупців виступає торговельна мережа «АТБ-маркет» [1]. Лояльна цінова політика разом із географічною наближеністю до споживача перетворили ці локації на базовий елемент міського середовища (рис. 1). Водночас форсоване збільшення кількості таких торгових точок, яке найвиразніше проявляється у масивах щільної житлової забудови (зокрема, це стосується мікрорайонів Ювілейний та Північний), а також у центральній історичній частині обласного центру, стало каталізатором глибокої системної кризи на стику урбаністики та транспортної логістики.

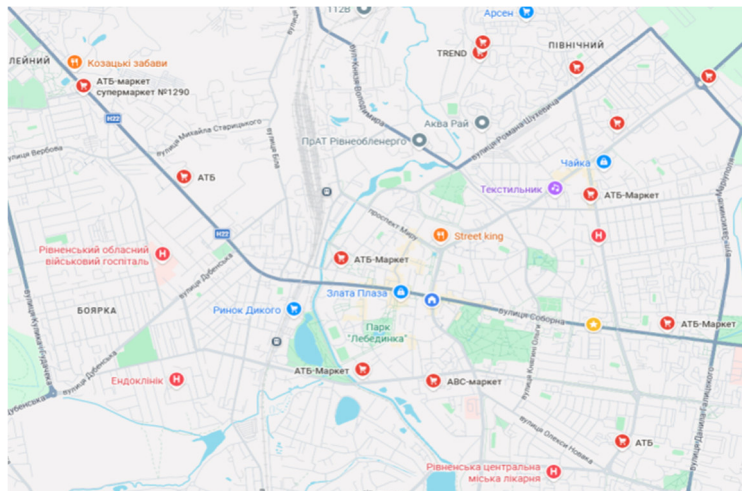


Рис. 1. Карта м. Рівне з позначками розташування магазинів АТБ

Переважаюча частина таких торговельних осередків функціонує на базі реконструйованих площ старого зразка або безпосередньо інтегрована у перші поверхи багатоквартирних будинків. Як наслідок, їхня архітектурно-просторова конфігурація абсолютно не передбачає наявності ізольованих вантажно-розвантажувальних вузлів (дебаркадерів) або спеціально облаштованих терміналів приймання товару, які б мали фізичне розмежування з пішохідними потоками [1]. У поточних реаліях ми стикаємося з яскраво вираженою дихотомією інтересів. З одного полюсу перебувають представники великого ритейлу, чия стратегія спрямована на максимальне скорочення операційних витрат на доставку шляхом використання великотоннажного магістрального транспорту. З протилежного ж боку знаходиться фундаментальне право територіальної громади Рівного на збереження безпечного, безбар'єрного та екологічно чистого простору для життєдіяльності.

Ігнорування на етапі містобудування потреби у спеціалізованих логістичних вузлах (зокрема, відсутність проєктування інтегрованих рамп та відокремлених заїзних зон для великотоннажних транспортних засобів) стає джерелом мультиплікативних негативних наслідків. Цей інфраструктурний вакуум завдає суттєвих збитків як загальній пропускній здатності транспортної мережі, так і архітектурно-просторовому благоустрою міста Рівне [2].

Деградація елементів міського благоустрою: Під час виконання складних маневрів магістральні 20-тонні автопоїзди регулярно змушені порушувати межі проїжджої частини, здійснюючи наїзд на пішохідні комунікації та зони зелених насаджень (рис. 2). Оскільки конструктивні особливості тротуарного покриття абсолютно не розраховані на настільки критичні осьові навантаження, відбувається інтенсивне руйнування мощення, деформація бортових каменів та утворення глибоких просідань [2]. Компенсація матеріальних збитків за відновлення цих пошкоджень зазвичай стає незапланованим фінансовим тягарем для міської скарбниці або лягає безпосередньо на бюджети місцевих об'єднань співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ).

Транспортний колапс та формування ефекту «пляшкового горлечка» (bottleneck): Здійснення стоянки довгомірних вантажних автомобілів у крайній правій смузі магістралей або їхнє розміщення на територіях звужених внутрішньоквартальних проїздів (що є систематичним явищем для вулиць Соборної, Відінської та Київської) провокує штучне звуження активної проїжджої частини. Такий стан речей радикально зменшує пропускну здатність транспортних артерій, перешкоджає вільному зустрічному роз'їзду та виступає тригером для утворення перманентних заторів, що набуває найвищої критичності під час пікових годин навантаження. Більше того, окупація правої смуги ламає логістику громадського транспорту [2]. Вимушені об'їзди перешкод міськими автобусами та тролейбусами призводять до збоїв у диспетчерських розкладах, генеруючи масштабний «ефект доміно», який дестабілізує функціонування всієї пасажирської транспортної системи.

Підвищення рівня аварійності та зниження безпеки дорожнього руху: Розміщення габаритного комерційного транспорту формує суттєві «сліпі зони», особливо поблизу нерегульованих пішохідних переходів та перехресть (рис. 2). Представники найуразливіших категорій населення – особи літнього віку, батьки з дитячими візочками та маломобільні групи – змушені здійснювати обхід заблокованих ділянок тротуару безпосередньо по проїжджій частині, що експоненційно збільшує ризик виникнення аварійних ситуацій [2]. Додатковим фактором небезпеки є сам процес переміщення товарних піддонів за допомогою ручних гідравлічних візків (рокл), який найчастіше здійснюється неорганізовано і прямо крізь щільний транзитний потік перехожих.

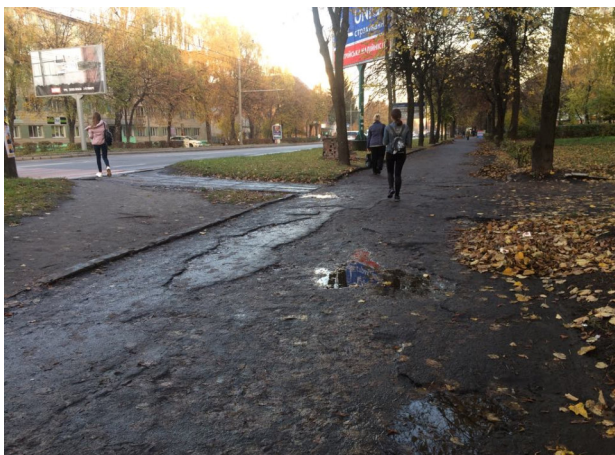


Рис. 2. Фотографії зруйнованого асфальту на тротуарах та фото заблокованої смуги громадського транспорту

Акустична деградація міського середовища як детермінанта зниження стандартів життєдіяльності це є фундаментальним, проте часто ігнорованим елементом екологічної безпеки урбанізованих територій є стан акустичного фону, зокрема проблема надмірного шумового забруднення [3]. Безперервна експлуатація дизельних силових агрегатів великотоннажного транспорту в процесі складного маневрування та тривалі розвантажувальні сесії, функціонування автономних холодильних систем (рефрижераторів), а також специфічний звуковий супровід від переміщення металевих логістичних візків по асфальтобетонному покриттю – все це створює критичне навантаження на нервову систему жителів. Особливо гостро ця проблема постає в ранкові та пізні вечірні години, коли подібні логістичні операції призводять до грубої деструкції встановлених санітарно-гігієнічних регламентів щодо допустимого рівня звукового тиску в межах житлової забудови.

Аналіз статистичних даних, отриманих у ході моніторингових досліджень фахівцями Рівненського обласного лабораторного центру (табл. 1), підтверджує тривожну тенденцію: значна частка контрольних замірів акустичного фону в населених пунктах регіону фіксує суттєвий вихід за межі нормативних показників [3]. Морфологія та частота таких відхилень дозволяють кваліфікувати поточну ситуацію як системну проблему хронічного акустичного дискомфорту, що безпосередньо корелює з інтенсифікацією вантажопотоків у межах сельбищних територій міста (рис. 3).

Таблиця 1

Рівень шумового навантаження	
Рівень шумового навантаження	Кількість замірів
Шум не перевищує допустимий рівень	76
Перевищує від 1-4 дБА	20
Перевищує від 5-7 дБА	25
Перевищує від 8-11 дБА	15
Перевищує від 12 дБА і більше	11

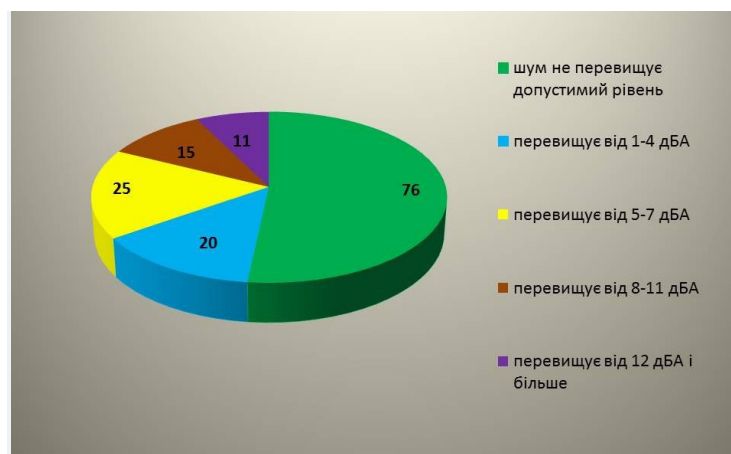


Рис. 3. Кругова діаграма шумового навантаження
 (дослідження Рівненського обласного лабораторного центру)

Генезис проблеми та системні бар'єри

Для ефективного вирішення цієї кризи варто проаналізувати ключові причини її виникнення, які можна класифікувати за трьома векторами:

Архітектурно-інфраструктурна спадщина: Сучасні супермаркети часто відкриваються у реконструйованих фондах (колишні гастрономи або перші поверхи радянських багатоповерхівок), що проєктувалися без урахування інтенсивних логістичних процесів. Під

час їхньої адаптації до комерційних потреб інтеграція повноцінних розвантажувальних рамп зазвичай ігнорується заради збільшення корисної торгової площі [4].

Економічна доцільність для ритейлу: З позицій операційного менеджменту використання одного 20-тонного магістрального автопоїзда для обслуговування кількох точок є значно вигіднішим за утримання розгалуженого парку малотоннажних авто. Фактично відбувається екстерналізація витрат: бізнес мінімізує свої логістичні видатки, перекладаючи незручності, амортизацію міської інфраструктури та екологічні збитки на громаду [4].

Регуляторні прогалини муніципалітету: Під час видачі дозвільної документації на відкриття нових комерційних об'єктів профільні служби міста не завжди жорстко вимагають облаштування ізольованої зони розвантаження. Така адміністративна лояльність дозволяє ритейлерам вирішувати транспортні питання на власний розсуд, часто ігноруючи об'єктивні потреби міського середовища [4].

Стратегії вирішення, синергія бізнесу та муніципалітету щоб була успішна реалізація інфраструктурних змін вимагає чіткого розподілу відповідальності між приватним сектором та міською владою. Подолати транспортну кризу «останньої милі» дозволить лише комплексний підхід, що поєднує інноваційні логістичні рішення та адміністративне регулювання.

Зона відповідальності ритейлу, оптимізація логістики та крос-докінг: Регулярна експлуатація магістральних фур у зонах щільної забудови є застарілим та неефективним підходом. Оптимальним рішенням для торговельної мережі має стати впровадження моделі крос-докінгу (табл. 2). За цією схемою великогабаритний транспорт доставляє вантажі виключно до консолідаційних хабів, розміщених на периферії міста. Далі товар оперативно перевантажується у компактні комерційні фургони класу LCV (Light Commercial Vehicle). Завдяки високій маневреності, саме цей транспорт здійснює фінальну доставку до локацій у центрі та спальних мікрорайонах, що критично зменшує навантаження на дорожню мережу Рівного [5].

Таблиця 2

Порівняльна характеристика впливу магістрального та малотоннажного транспорту на міську інфраструктуру

Магістральна фура (20 тонн)	Флот LCV-фургонів (Крос-докінг)
Блокує повноцінну смугу руху	Поміщається на стандартному паркомісці
Руйнує бордюри та тротуари масою	Не перевищує навантаження звичайного авто
Генерує великі «сліпі зони» для пішоходів	Високий рівень видимості та маневреності

Важливим доповненням до технологічних змін має стати оптимізація часової логістики [5]. Це означає запровадження суворо регламентованих «вікон постачання» у нічні чи ранні ранкові періоди, коли міська транспортна мережа є найменш завантаженою.

Муніципальна відповідальність, розумна інфраструктура та регулювання: кроки назустріч від комерційного сектора вимагають симетричної реакції органів місцевого самоврядування. Ключовим завданням міської влади є ініціювання інфраструктурних змін, зокрема проектування та створення спеціальних розвантажувальних «кишень» [5]. Паралельно необхідний монтаж фізичних бар'єрів (болардів) для гарантованого блокування заїздів великогабаритного транспорту на територію тротуарів та пішохідних зон.

Впровадження інструментів цифровізації дозволить максимізувати ефективність цих рішень. Зокрема, інтеграція старт-датчиків у заїзні зони дасть змогу використовувати їх динамічно: у нічний час локації підлягають електронному бронюванню для логістичних потреб ритейлу, тоді як удень вони слугують паркувальними місцями для громади [5].

Для забезпечення дієвості цих механізмів необхідно суттєво посилити роботу муніципальних інспекторів з паркування. Їхнім завданням має стати систематична та безкомпромісна фіксація будь-яких порушень правил дорожнього руху та норм благоустрою з боку логістичних підрядників.

Модель державно-приватного партнерства: Найефективнішою фінансовою стратегією для втілення таких інфраструктурних проєктів є принцип співфінансування. У цій парадигмі міський бюджет не несе прямих витрат; муніципалітет лише забезпечує швидке надання земельних ділянок та погоджувальної документації (рис. 4). Своєю чергою, торговельна компанія бере на себе капітальні витрати на облаштування безпечних зон розвантаження, що варто розглядати як стратегічну інвестицію в стабільність власних операційних процесів та підвищення лояльності жителів міста.



Рис. 4. Стратегічні рішення: інновації та синергія

Підсумовуючи, варто зазначити: наявність магазинів крокової доступності є суттєвою перевагою для комфорту мешканців Рівного. Однак операційна діяльність ритейлерів не повинна призводити до транспортного колапсу чи руйнування міського благоустрою.

Сучасні товарні потоки мають безконфліктно інтегруватися в урбаністичний простір. Вирішити дилему «останньої милі» можна лише завдяки стратегічному партнерству: муніципалітет має забезпечити відповідну інфраструктуру та жорсткий контроль, а бізнес – перейти на соціально відповідальну логістику та інноваційні технології доставки. Тільки така синергія зусиль зробить вулиці нашого міста по-справжньому безпечними та функціональними для всіх учасників руху.

1. АТБ корпорація. АТБ : вебсайт. URL: <https://www.atb.ua/page/contacts> (дата звернення: 30.04.2026).

2. Четверта влада: як зробити у Рівному тротуари без калюж і вибоїн. Четверта влада : вебсайт. URL: <https://4vlada.com/yak-zrobyty-u-rivnomu-trotuary-bez-kaliuzh-i-vyboin> (дата звернення: 30.04.2026).

3. Радіо Трек – шум підступний ворог: у Рівному показники зашкалюють. Рідіотрек : вебсайт. URL: https://radiotrek.rv.ua/news/shum_pidstupnyy_vorogu_rivnomu_pokaznyky_zashkalyuyut_221321.html (дата звернення: 30.04.2026).

4. Перерва Д., Мунько А. Інноваційний розвиток та управління «розумними містами» (Smart City) : монографія. Дніпро : Дніпровський держ. аграрно-економ. ун-т., 2024. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstreams/8734fc1b-8a02-41df-b5fc-da375485c2f8/download>. (дата звернення: 30.04.2026).

5. DiFFreight : логістичний портал. URL: <https://diffreight.com/blog/what-cross-docking-logistics-and-what-are-its-advantages> (дата звернення: 01.05.2026).

УДК 656.073:004

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ: ПОРІВНЯННЯ ПРАКТИК УКРАЇНИ ТА РОЗВИНЕНИХ КРАЇН

Шевчук Анастасія

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Розвиток транспортної сфери активно цифровізується у теперішній час, що дає переваги у даній сфері і підвищує ефективність вантажних перевезень. Використання сучасних цифрових технологій дає можливість оптимізувати маршрути, зменшувати витрати, підвищити якість перевезень [1].

Основними технологіями цифровізації є системи управління транспортом, GPS, електронний обіг документів, автоматизація складів, програми ШІ, які оптимізують маршрут і прогнозують затримки.

У країнах ЄС цифровізація логістики здійснюється на державному рівні. Також у розвинених країнах застосовують цифрові логістичні програми, де можуть об'єднуватись перевізники, вантажовідправники та експедитори, які забезпечують прозорість всіх процесів. Також важливим є моніторинг і аналіз ефективності транспортних процесів. Для цього використовують різноманітні методи, такі як оцінка витрат на транспортування, час доставки, рівень обслуговування клієнтів і запасів товарів [2].

Європейська модель вирізняється високим рівнем інтегрованості та технологічності, що і допомагає бути ефективним і в зовнішній, і в внутрішній сферах. Важливою особливістю є система митного оформлення, що дозволяє швидко і прозоро проходити всі митні операції. В свою чергу Американські логістичні компанії використовують системи управління транспортом, що допомагає оптимізувати якість перевезення і полегшити собі роботу. Взагалі, модель логістики США є зразком розумного поєднання технологій і добре організованих структур [3].

В той же час Україна намагається триматись на одному рівні з іншими розвиненими країнами і їй це вдається. Останнім часом було розроблено безліч застосунків та платформ, які полегшують роботу та оптимізують її. Україна використовує застосунки електронного документообігу, планування маршрутів, онлайн черги, моніторинг, трекери, прогнозування та розрахунків прибутку та інші. Проте, відсутність єдиної інтегрованої цифрової платформи стримують розвиток галузі.

Аналіз української логістичної системи та закордонної системи розвинених країн вказує на те, що відмінність все ж таки є і це рівень системності впроваджень цифрових рішень. У розвинених країнах цифровізація підтримується і приймається на державному рівні через нормативно-правові механізми та міжнародні проєкти, в той час як в Україні це зазвичай на рівні окремих підприємств. І це впливає на ефективність та конкурентноспроможність. Але Україна все ж таки впроваджує цифрові рішення і намагається розвивати єдину логістичну інформаційну інфраструктуру.

Цифровізація логістичних і транспортних процесів є необхідною умовою розвитку вантажних перевезень. Досвід розвинених країн демонструє ефективність комплексного впровадження цифрових рішень на рівні держави та бізнесу [4].

Окрім зазначених аспектів, важливим напрямом цифровізації транспортної сфери є впровадження технологій великих даних та Інтернету речей. Вони дозволяють у режимі

реального часу відстежувати стан транспортних засобів, вантажів і дорожньої інфраструктури, що суттєво підвищує рівень безпеки та оперативності прийняття рішень. Завдяки цьому компанії можуть швидше реагувати на зміни в умовах перевезень, мінімізувати ризики простоїв і зменшувати вплив людського фактору.

Важливу роль у сучасній логістиці відіграє також автоматизація процесів на основі роботизованих систем та штучного інтелекту. Такі рішення використовуються не лише для планування маршрутів, але й для управління складськими операціями, прогнозування попиту та оптимізації ланцюгів постачання. Це сприяє формуванню більш гнучких і адаптивних логістичних систем, які здатні ефективно функціонувати в умовах нестабільного ринку.

Окремо слід відзначити розвиток концепції «розумної логістики», яка передбачає інтеграцію всіх учасників транспортного процесу в єдину цифрову екосистему. Такий підхід забезпечує повну прозорість операцій, скорочення часу обробки вантажів і підвищення рівня координації між учасниками ланцюга постачання.

У перспективі подальший розвиток транспортної галузі буде пов'язаний із поглибленням цифрової трансформації, впровадженням автономних транспортних засобів, а також розширенням використання хмарних технологій для обробки та зберігання логістичних даних. Це дозволить сформувати більш ефективну, екологічно стійку та конкурентоспроможну транспортну систему.

Таким чином, цифровізація є ключовим фактором модернізації транспортної та логістичної сфери, що забезпечує її інтеграцію у глобальні економічні процеси та підвищення загальної ефективності вантажних перевезень.

1. Парвадова К. А. Удосконалення логістичних процесів імпорто-орієнтованого підприємства : дипломна робота бакалавра : 073 Менеджмент. Київ : КПІ. 2025. 95 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/afb83207-2bbc-4d2a-b576-cff998d32452/download>. (дата звернення: 30.04.2026).

2. *Digitalising freight transport across the European Union*. European Commission : вебсайт. URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/logistics-and-multimodal-transport/efti-regulation_en (дата звернення: 30.04.2026).

3. Штельмашук М. Цифровізація та автоматизація логістичних процесів: сучасний стан та перспективи. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 68. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-193>.

4. *Digital transformation*. Uirr : вебсайт. URL: <https://www.uirr.com/knowledge-centre/topics/digital-transformation?> (дата звернення: 30.04.2026).

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КУЗОВА ВАНТАЖНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ ВАНТАЖУ

Якимчук Віталій

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хітров І. О.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Актуальність теми зумовлена тим, що збереження вантажу під час транспортування є одним із ключових критеріїв ефективності вантажних перевезень. Пошкодження або втрати вантажу призводять до економічних збитків, зниження якості логістичного обслуговування та підвищення ризиків для перевізників. Важливу роль у забезпеченні належного стану вантажу відіграють конструктивні параметри кузова вантажного автомобіля, які визначають умови його розміщення, фіксації та захисту від зовнішніх впливів [1; 2]. У цих умовах конструктивні особливості кузова вантажного транспортного засобу набувають особливого значення, оскільки вони повинні відповідати не лише технічним, але й нормативним вимогам щодо безпеки перевезень та захисту продукції.

Крім того, сучасні тенденції розвитку транспортної галузі, зокрема впровадження інноваційних матеріалів, цифрових технологій моніторингу стану вантажу та автоматизованих систем керування перевезеннями, зумовлюють необхідність удосконалення конструкції кузовів вантажних автомобілів. Це сприяє підвищенню ефективності використання транспортних засобів, зниженню експлуатаційних витрат і мінімізації негативного впливу на вантаж під час транспортування. Таким чином, дослідження впливу конструктивних параметрів кузова є важливим як з наукової, так і з практичної точки зору.

Геометричні параметри кузова, зокрема його довжина, ширина, висота та об'єм, безпосередньо впливають на можливість раціонального розміщення вантажу. Вони визначають рівномірність розподілу навантаження, стійкість вантажу під час руху та запобігають його зміщенню. Висота платформи також має значення, оскільки впливає на положення центру мас транспортного засобу з вантажем, що, у свою чергу, визначає стійкість автомобіля під час маневрування [2].

Важливим конструктивним елементом є підлога кузова, яка повинна забезпечувати достатню міцність і жорсткість для витримування навантажень, а також мати протиковзні властивості. Недостатня жорсткість або гладка поверхня підлоги може призводити до зсуву вантажу під дією інерційних сил під час гальмування або поворотів, що підвищує ризик його пошкодження [3].

Бортові та огорожувальні елементи кузова виконують функцію утримання вантажу та захисту його від зовнішніх факторів. Міцність і висота бортів, наявність тенту або жорсткого даху, а також герметичність кузова забезпечують захист від атмосферних впливів, таких як опади, пил і температурні коливання, а також запобігають механічним пошкодженням [4].

Система кріплення вантажу є одним із ключових факторів забезпечення його збереження. Наявність такелажних елементів, їх правильне розташування та можливість регулювання дозволяють надійно фіксувати вантаж різних типів. Недостатня кількість або неправильне використання засобів кріплення часто є причиною зміщення вантажу та його пошкодження під час транспортування [5].

Амортизаційні властивості кузова, що формуються у взаємодії з підвіскою транспортного засобу, визначають рівень впливу вібрацій і ударних навантажень на вантаж.

Особливо це важливо для перевезення крихких або чутливих до механічних впливів товарів, які можуть втрачати свої властивості або товарний вигляд навіть при незначних коливаннях [2; 3].

Окреме значення має спеціалізація кузова відповідно до типу вантажу. Використання рефрижераторів для швидкопсувних продуктів, цистерн для рідин, контейнеровозів для стандартизованих вантажів або самоскидів для сипучих матеріалів дозволяє забезпечити належні умови перевезення з урахуванням фізико-хімічних властивостей вантажу [6].

На збереження вантажу впливають також механічні, кліматичні та аеродинамічні фактори, а також людський фактор, пов'язаний із правильністю розміщення і кріплення вантажу. Сукупна дія цих факторів у поєднанні з конструктивними особливостями кузова визначає рівень ризику пошкодження продукції під час транспортування [3; 4].

Таким чином, конструктивні параметри кузова вантажного автомобіля мають визначальний вплив на збереження вантажу під час транспортування. Вони формують умови розміщення, фіксації та захисту вантажу від механічних, кліматичних і динамічних впливів, що виникають у процесі руху. Раціональний вибір геометричних характеристик кузова, забезпечення достатньої міцності та жорсткості його елементів, а також застосування ефективних систем кріплення дозволяють значно знизити ризик пошкодження продукції та втрат під час перевезень.

Використання сучасних матеріалів із покращеними експлуатаційними характеристиками, а також впровадження інноваційних технічних рішень сприяють підвищенню надійності кузовів і їх адаптації до різних умов експлуатації. Це особливо актуально для перевезення крихких, швидкопсувних або небезпечних вантажів, які потребують спеціальних умов транспортування.

Крім того, значну роль відіграє спеціалізація кузова відповідно до типу вантажу, що дозволяє забезпечити оптимальні умови перевезення з урахуванням його фізико-хімічних властивостей. Удосконалення конструктивних рішень у цьому напрямі дає можливість підвищити ефективність логістичних процесів, скоротити витрати на відшкодування збитків і підвищити конкурентоспроможність транспортних підприємств.

Отже, подальші дослідження у сфері вдосконалення конструктивних параметрів кузовів вантажних транспортних засобів мають бути спрямовані на комплексний підхід, що враховує умови експлуатації, характеристики вантажу та сучасні технологічні можливості. Це дозволить забезпечити високий рівень збереження вантажу, підвищити безпеку перевезень і сприяти сталому розвитку транспортної галузі в цілому.

1. Босняк М. Г. Вантажні автомобільні перевезення : навч. посіб. Київ : Слово, 2010. 408 с.

2. Хітров І. О., Кристочук М. Є., Никончук В. М. Експлуатаційні властивості транспортних засобів : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2022. 176 с. URL: https://ep3.nuwm.edu.ua/24432/1/EVTZ_%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80_zah.pdf. (дата звернення: 30.04.2026).

3. Хітров І. О. Дослідження впливу конструктивної надійності і безпечності транспортного засобу для здійснення перевезень та пристосованості до технічного обслуговування. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2024. С. 214–222. URL: [https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/8\(39\)_II/27.pdf](https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/8(39)_II/27.pdf). (дата звернення: 30.04.2026).

4. Хітров І. О. Вимоги до конструкції транспортних засобів: ключові аспекти. *Сучасне автомобілебудування, автотехнічна експертиза, експлуатація автомобільного транспорту та підготовка фахівців галузі транспорт* : зб. тез. доп. Міжнарод. наук.-практ. конфер. 22–23 жовтня 2024 р. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 39–41.

5. European Committee for Standardization. EN 12195-1:2010 Load restraint assemblies on road vehicles – Safety. Brussels, 2010. 78 p.

6. Хітров І. О. Аналіз конструкції кузова вантажного транспортного засобу. *Центральноукраїнський науковий вісник*. Кропивницький, 2023. Вип. 7(38). Ч. 2. С. 146–153. URL: [https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/7\(38\)_II/21.pdf](https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/7(38)_II/21.pdf). (дата звернення: 30.04.2026).

Наукове електронне видання

**ЗБІРНИК ТЕЗ
ДРУГОЇ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ
ОСВІТИ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
«СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ:
ВИКЛИКИ МАЙБУТНЬОГО»**

6–8 травня 2026 р.

Матеріали тез доповідей друкуються в авторській редакції.

*Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, поданої в роботах,
та залишає за собою право не погоджуватися з думкою авторів на викладені проблеми.*

*Відповідальний за випуск
Комп'ютерна верстка
Технічний редактор*

*В. М. Никончук
І. О. Хітров
Г. Ф. Сімчук*

*Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*