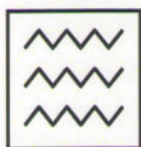




НУВГП

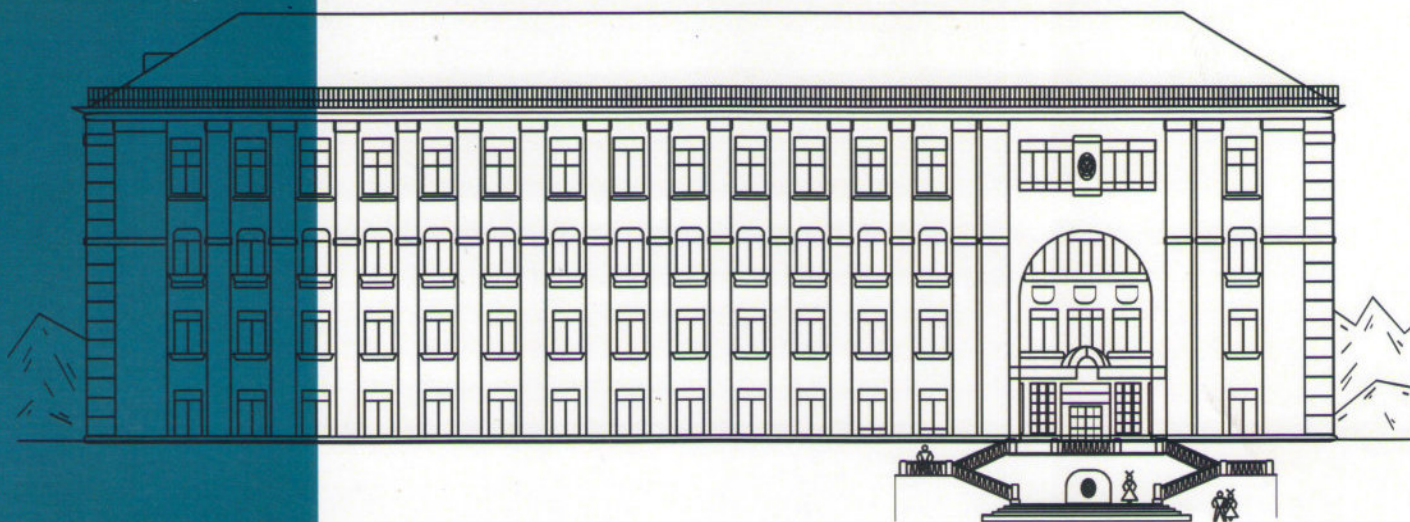


Національний університет
водного господарства
та природокористування

ЗБІРНИК ТЕЗ КОНФЕРЕНЦІЇ

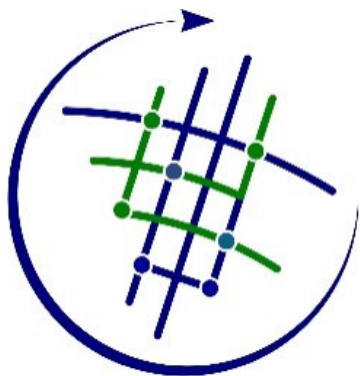
ВСЕУКРАЇНСЬКА
КОНФЕРЕНЦІЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
«СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ ТА
ІНФРАСТРУКТУРИ: ВИКЛИКИ
МАЙБУТНЬОГО»

2-4 КВІТНЯ 2025 року



Рівне 2025

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



INTERMARIUM
FUNDACJA

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

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

2–4 КВІТНЯ 2025



**Co-funded by
the European Union**



РІВНЕ – 2025

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;

Марчук М.М., директор навчально-наукового механічного інституту Національного університету водного господарства та природокористування, к.т.н., професор.

*Рекомендовано Вченою радою Національного університету
водного господарства та природокористування.*

Протокол № 4_від 25 квітня 2025 р.

Відповідальний за випуск:

Никончук В.М., д.е.н., 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 Всеукраїнської конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених, 2–4 квітня 2025 р. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2025. – 86 с.

ISBN 978-966-327-655-7

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. Особливо 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 978-966-327-655-7

© Національний університет водного
господарства та природокористування, 2025

ЗМІСТ

Арабаджи Анжеліка	Аналіз та оптимізація системи освітлення пішохідних переходів міста рівне для підвищення безпеки дорожнього руху	5
Блошкін Михайло	Парадокс Бреса в транспортній системі	7
Бурчення Анна	Зелено-блакитні коридори як інструмент сталого розвитку міського середовища	9
Герболець Тетяна	Вплив технологічних інновацій на розвиток транспортної сфери в Україні в умовах війни	11
Єрьоміна Анна Антонюк Петро	Класифікація автомобільних електронних відходів як об'єкта рециклінгу	13
Зданевич Микола	Моніторинг транспортних потоків на громадському транспорті	15
Здрачук Карина	Розвиток транспортної мережі компанії Toyota: ключові аспекти та технології	17
Колодюк Олександр Кравчук Антон	Використання штучного інтелекту для розумного управління дорожнім рухом у сучасних містах	19
Колодюк Олександр	Особливості функціонування логістичних відділів промислових підприємств в умовах війни (на прикладі відділу перевезень ПРАТ «Рівнеазот»)	22
Король Денис	Роль транспорту в ефективному перевезенні товарів та пасажирів	25
Корчуганов Володимир	Дослідження фізико-механічних властивостей відновлення колінчастих валів наплавленням під флюсом	28
Кочетов Максим Случик Мар'ян	Застосування спеціалізованих транспортних засобів для вантажних перевезень	31
Мельник Василь	Система управління попитом на транспортні послуги	32
Мельничук Костянтин	Аналіз аварійності та безпеки дорожнього руху в Україні	34
Мельничук Костянтин	Перша поява електромобіля, його переваги та недоліки в сучасних реаліях	36
Мельничук Костянтин	Роль акустичної розмітки в безпеці руху на дорозі	38
Мороз Михайло	Підвищення довговічності лемішів плугів приваркою компенсуючих елементів ріжучої частини	40
Примак Андрій	До оцінки маневреності довгомірних автопоїздів	42
Римар Надія Шевчук Христина	Оцінка сучасного стану безпеки дорожнього руху в Україні під час воєнного стану	44
Рудик Юрій	Аналіз конструкцій автомобільних поїздів для перевезень контейнерів	47

Семенюк Василь Кучерук Мирослава Корнієнко Владислав	Основні види кар'єрного транспорту та їх технологічна характеристика	49
Соломай Анастасія Хаврук Володимир	Тролейбусні маршрути Рівного Методика вибору спеціалізації, місця розміщення та обґрунтування потужності станції технічного обслуговування автомобілів	51 53
Хоменко Роман	Інтеграція сучасних технологій як ключовий чинник підвищення ефективності організації транспортного процесу перевезень пасажирів	58
Шайдюк Володимир Іванюта Микола Гринь Дарина	Аналіз фінансових операцій транспортно-експедиторських послуг при експорті	60
Шайдюк Володимир Іванюта Микола Гринь Дарина	Роль логістики в індустрії електронної комерції	63
Daniuk Denys	Innovative self-oscillating workflow for classifying granular material by size in a drum	67
Lastovskyi Dmytro	Innovative self-oscillating workflow for mixing granular materials in a drum	70
Yaremov Oleksandr	Innovative self-oscillating workflow for washing granular material in a drum	73
Yarmoliuk Taras	Innovative self-oscillating workflow for heat treatment of granular material in a drum	76
Zhabchyk Serhii	Innovative self-oscillating grinding process in a tumbling mill	79
Zhabchyk Serhii	Innovative self-oscillating working process of drying granular material in a drum	82

УДК 628.971

АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДІВ МІСТА РІВНЕ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Арабаджи Анжеліка
студентка 5 курсу, група ТТ-51м

Науковий керівник – д.е.н., професор Никончук В. М., к.т.н., доцент Хітров І. О.

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

Освітлення пішохідних переходів – це дуже важливе та актуальне питання сьогодення. Це пояснюється тим, що якість світла та надійність освітлення залежать від безпеки всіх користувачів дорожнього руху. Люди, які прогулюються або ідуть кудись у справах, часто змушені переходити вулицю. У цьому допомагають пішохідні переходи, які водії можуть бачити завдяки спеціальним знакам та маркуванню. Однак у темряві, коли немає належного освітлення або густий туман, пішоходи не можуть відчувати себе так комфортно, як у день.

Основна причина дискомфорту та небезпеки – це погане або недостатнє освітлення дороги. Вибираючи вуличне освітлення, особливу увагу потрібно приділяти пішохідним переходам. Звичайно, світло повинне бути досить яскравим і надійним. Однак є кілька технічних показників, які слід враховувати при виборі освітлювальних приладів. На пішохідному переході варто врахувати такі критерії щодо освітлення: світловий потік; вертикальна освітленість; горизонтальна освітленість.

Тобто, для пішохода і для водія важливо бачити пішохідний перехід і все, що на ньому відбувається, водій має розрізняти людей на дорозі і на достатньо великій відстані. Але обираючи світильники для пішохідних переходів варто звертати увагу на технічні характеристики.

Світловий потік вимірюється в люменах – кількість світла, яка розсіюється від приладу. Відповідно, виміряти цю кількість потоку світла неможливо на поверхні чи в якійсь конкретній точці. Важливий момент – правильно розсіяти світло на пішохідному переході за рахунок асиметричного розподілення світла. Освітленість вимірюється в люксах. Це – кількість світла, яка падає на поверхню. Вертикальна освітленість, E_v – це кількість світла, яке падає на вертикальну поверхню. Якщо говорити про освітлення пішохідних переходів, то високий рівень вертикальної освітленості дозволяє створити видимий контраст для водія між дорогою та пішоходами. Горизонтальна освітленість, E_h – це кількість світла, яке падає на горизонтальну поверхню. Для пішохідних переходів цей показник також важливий, тому що високий рівень горизонтальної освітленості дозволяє бачити пішохідний перехід з великої відстані [1].

Основне завдання вуличних світильників – створювати високу світлову інтенсивність на силуеті пішохода – на горизонтальній площині, що проходить через вісь пішохідного переходу [2]. Щоб визначити необхідний рівень освітленості, слід встановити рівень (значення) яскравості фону, при якому пішохода видно з перспективи водія. Це визначається за силуетом пішохода, що проходить через пішохідний перехід (рис. 1).

Контраст між яскравістю фігури пішохода та фоном (дорогою) описується рівнянням [2]:

$$C = \frac{L_0 - L_T}{L_T}, \quad (1)$$

де C – світловий контраст; L_0 – яскравість об'єкта (силуета пішохода), кд/м^2 ; L_T – зміна фону (дорога), кд/м^2 .

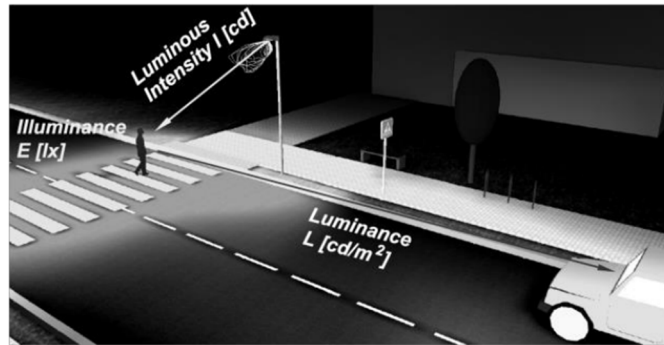


Рис. 1. Спостереження за пішоходом з точки зору водія [2]

Беручи до уваги відбивну здатність матеріалу, в який одягнені пішоходи, яскравість силуету пішохода визначається за формулою [2]

$$L_0 = \frac{\rho \cdot E_v}{\pi}, \quad (2)$$

де ρ – коефіцієнт відбивання одягу пішоходів; E_v – освітленість вертикальної площини.

Одним з найважливіших питань, пов'язаних з можливістю водія бачити пішохода без перешкод, є параметр коефіцієнта відбиття одягу, в якій одягнений пішохід. Для розрахунків було прийнято значення $\rho = 0,2$ (рис. 2).

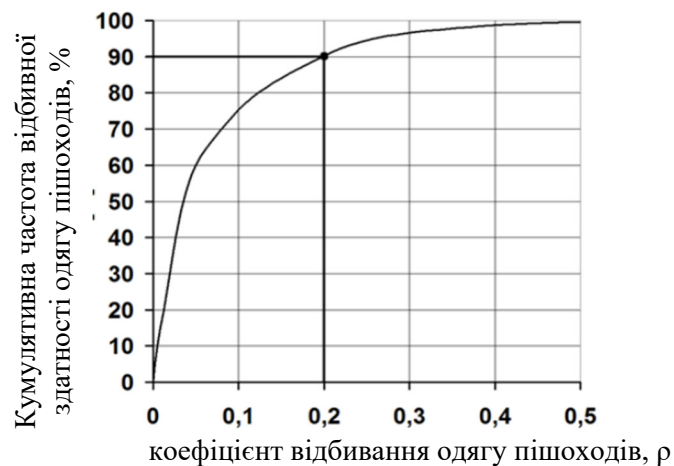


Рис. 2. Кумулятивна частота відбивної здатності одягу пішоходів [2]

Таким чином, ефективне освітлення пішохідних переходів відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки дорожнього руху. Контраст між яскравістю фігури пішохода та фоном (дорогою) є ключовим фактором, що впливає на видимість пішоходів у темну пору доби. Для підвищення безпеки на пішохідних переходах необхідно:

1. Підвищувати рівень освітленості у вертикальній площині переходу.
2. Забезпечувати високу відбивну здатність одягу пішоходів (наприклад, використовуючи світловідбивні елементи).
3. Оптимізувати розташування джерел світла для створення максимального контрасту між пішоходами та дорогою.

Реалізація цих заходів сприятиме покращенню видимості пішоходів для водіїв та зменшенню кількості дорожньо-транспортних пригод.

1. Освітлення пішохідних переходів: безпека та комфорт пішохода. *Stolb Street light*. URL: <https://stolb.com.ua/osvitlennya-pishokhidnikh-perekhodiv-bezpeka-ta-komfort-pishokhoda>. (дата звернення: 20.03.2025).

2. Boyce P. R. *Lighting for Driving. Roads, Vehicles, Signs, and Signals*. USA : Taylor & Francis Group, 2008. 371 p.

УДК 656.13

ПАРАДОКС БРЕСА В ТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ

Блошкін Михайло
студент 1 курсу, група ТТ-11інт

Науковий керівник – старший викладач Сліпенький Є. Б.

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

Парадокс Бреса – це явище, при якому додавання додаткової дороги до дорожньої мережі, що здається швидшим маршрутом, насправді призводить до збільшення загального часу в дорозі для всіх водіїв [1]. Це пояснюється тим, що кожен водій обирає найшвидший для себе маршрут, що може призводити до заторів на нововведених ділянках дороги. Результатом є те, що загальний час у дорозі для всіх учасників руху збільшується, а не зменшується, як можна було б очікувати.

Найпростішим прикладом парадоксу Бреса може бути дорожня мережа. Припустимо, що задана певна мережа доріг, при чому для кожного її вузла відома кількість автомобілів, що виїжджають звідти та пункти призначення цих автомобілів. Одна дорога може бути більш бажаною для водіїв не лише завдяки якості покриття, але і завдяки меншій щільності потоку інших автомобілів. Якщо кожен водій обиратиме маршрут, який виглядає найсприятливішим для нього, то отриманий час перебування в дорозі не обов'язково буде мінімальним. Більш того можна навести приклад, коли перерозподіл трафіку – через будівництво нових доріг – призведе до того, що час в дорозі тільки збільшиться (рисунок).

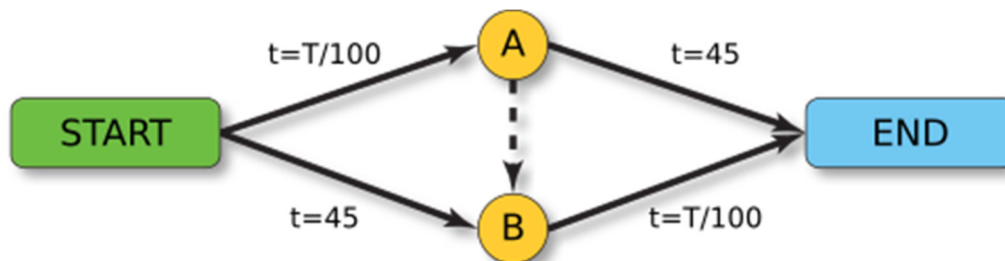


Рисунок. Вибір маршруту [2]

Припустимо, що автомобілісти мають на меті досягти пункту призначення, який позначено як End, стартуючи з точки Start. Є два шляхи: через місто A і через місто B. Час руху від Start до міста A залежить від щільності потоку і обчислюється як кількість автомобілів (T), поділена на 100. Шлях від Start до міста B не залежить від кількості автомобілів і займає 45 хвилин. Аналогічно, час на дорогу з міста A до пункту End становить 45 хвилин, а час від міста B до End обчислюється як $T/100$.

Якщо міста A і B не з'єднані між собою, то час руху маршрутом Start-A-End буде визначатися як час, необхідний для подолання шляху від Start до A плюс час від A до End, а на маршрут Start-B-End буде витрачено суму часу на дорогу від Start до B і від B до End. Якби один з цих шляхів був коротшим, то рівноваги не було б, оскільки кожен раціональний водій вибирав би коротший маршрут.

Припустимо, що з пункту Start виїхало 4000 автомобілів. У такому випадку система прийде до рівноваги, коли кількість автомобілів, що вибирають маршрут через А, буде дорівнювати кількості автомобілів, що обирають маршрут через В, тобто по 2000 автомобілів на кожен шлях. В результаті час в дорозі для кожного автомобіля складе 65 хвилин, незалежно від вибраного маршруту.

Тепер припустимо, що між містами А і В з'являється новий дуже короткий шлях, поїздка по якому займає майже 0 хвилин. В такій ситуації всі водії вибиратимуть маршрут через місто А замість маршруту через В, оскільки час руху на маршруті Start-А в найгіршому випадку складе лише кілька хвилин, тоді як шлях Start-В гарантовано займе 45 хвилин. У вузлі А кожен раціональний водій віддасть перевагу маршруту через В, оскільки шлях через А-End завжди займе 45 хвилин, а маршрут А-В-End у найгіршому випадку лише трохи більше.

Таким чином, після будівництва нового шляху, час в дорозі для кожного водія збільшиться на 15 хвилин. Якби водії домовилися між собою не використовувати дорогу між А та В, то вони зекономили б цей час, але оскільки кожен окремий водій виграє час, користуючись дорогою А-В, то такий розподіл не є соціально оптимальним, в чому власне кажучи і складається парадокс Бреса.

Як приклад проявів парадоксу Бреса в реальному житті приводять поліпшення ситуації на дорогах в Штутгарті після закриття для руху однієї з секцій нової дороги. В 1990 році закриття 42-ї вулиці на Мангеттені (Нью-Йорк), скоротило кількість заторів в цьому районі [3]. Парадокс Бреса може реалізовуватися не лише в мережах автомобільного транспорту, але і в системах децентралізованої енергогенерації (наприкладі вітропарків об'єднаних в одну мережу). Також є свідчення того, що франко-бельгійській групі фізиків-теоретиків вдалося зафіксувати реалізацію парадоксу Бреса в окремо взятій мережі напівпровідників розміром 1 на 1,6 мікрметрів. Роль транспортних артерій в цій мережі відігравали вузькі (150–500 нанометрів) струмопровідні канали. Розрахунки та експерименти дослідників показали, що додання додаткового третього каналу до вже існуючих двох не робить мережу більш ефективною в цілому (принаймні до збільшення його до певної величини).

У теорії ігор рівновагою називається сукупність стратегій або дій у грі з двома чи більше гравцями, згідно з якими кожен учасник реалізує оптимальну стратегію, передбачаючи дії суперників [1]. Це така сукупність стратегій та вигравшів, при якій жоден із учасників не може збільшити виграш, змінивши вибір стратегії в односторонньому порядку, коли інші учасники не змінюють свого вибору.

Цей парадокс важливий для розуміння того, як індивідуальні рішення учасників дорожнього руху можуть призводити до неочікуваних та неефективних результатів на рівні всієї мережі. Він підкреслює необхідність комплексного підходу до планування та управління дорожньою інфраструктурою, враховуючи поведінку водіїв та потенційні наслідки від змін у мережі доріг. з одночасним забезпеченням беззбиткової діяльності перевізників, застосування перспективних пасажирських транспортних засобів для потреб міста, а також можливості створення комунального автобусного підприємства.

1. Braess D. Über ein Paradoxon aus der Verkehrsplanung. Unternehmensforschung. 1969. P. 258–268. URL: <https://homepage.ruhr-uni-bochum.de/Dietrich.Braess/paradox.pdf> (дата звернення: 20.03.2025).

2. Парадокс Бреса. *Вікіпедія* : вебсайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%81_%D0%91%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B0 (дата звернення: 20.03.2025).

3. Kolata G. What if They Closed 42d Street and Nobody Noticed? URL: <https://www.nytimes.com/1990/12/25/health/what-if-they-closed-42d-street-and-nobody-noticed.html>. (дата звернення: 20.03.2025).

УДК 332:711

ЗЕЛЕНО-БЛАКИТНІ КОРИДОРИ ЯК ІНСТРУМЕНТ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Бурчєня Анна
студентка 3 курсу, група ТТ-31

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

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

Зелено-блакитні коридори міста – це мережа озелених територій, що з'єднує парки, сквери, водні об'єкти та природні зони, забезпечуючи екологічну безперервність міського середовища. Вони відіграють ключову роль у формуванні комфортного та сталого міського простору, сприяючи покращенню екологічної ситуації, збереженню біорізноманіття та підвищенню якості життя мешканців.

Основними принципами планування таких коридорів є:

- неперервність – забезпечення зв'язності між усіма зеленими зонами для підтримки екосистемних процесів;
- безбар'єрність – доступність для всіх мешканців, включно з маломобільними групами населення;
- безпека – створення комфортного та захищеного середовища для пересування містян і тварин.

Концепція зелено-блакитних коридорів є інноваційним підходом до урбаністичного планування, який поєднує екологічні, соціальні та економічні аспекти розвитку міст. Ця концепція набуває актуальності у зв'язку з глобальними викликами, такими як зміна клімату, зниження біорізноманіття, забруднення довкілля та урбанізація.

Міста, дедалі більше збільшуючи простір автомобільному транспорту, спричиняють скорочення зелених зон, що веде до забруднення повітря і погіршення умов для життя мешканців міста. Інтеграція природних елементів у міське середовище доведена як ефективний спосіб покращення здоров'я населення та зменшення екологічних ризиків [1].

Найбільша проблема полягає в відсутності цілісного підходу до планування зелено-блакитних коридорів. Незважаючи на наявність окремих зелених зон, таких як парки та набережні, вони часто не формують єдиної екосистеми, що ускладнює їхній потенціал для боротьби зі змінами клімату та покращення міського середовища. Тому створення мережі зелено-блакитних коридорів є важливою стратегією для сталого розвитку міст.

Для ефективної реалізації концепції зелених і блакитних коридорів важливо сформулювати чітку структуру цілей та завдань [2]. Це дозволить послідовно та системно впроваджувати етапи проекту, забезпечуючи баланс між екологічними, соціальними та економічними інтересами (рисунки).

Для ефективної реалізації концепції блакитно-зелених коридорів важливо здійснити комплексну інвентаризацію наявних екологічних об'єктів міста, що включатиме оцінку стану існуючих зелених зон, водних шляхів і природних ландшафтів, а також визначення потенційних територій для створення нових коридорів. Така інвентаризація дозволить виділити пріоритетні ділянки для подальшої роботи і дозволить зібрати дані, необхідні для розробки детальних планів та проєктів.

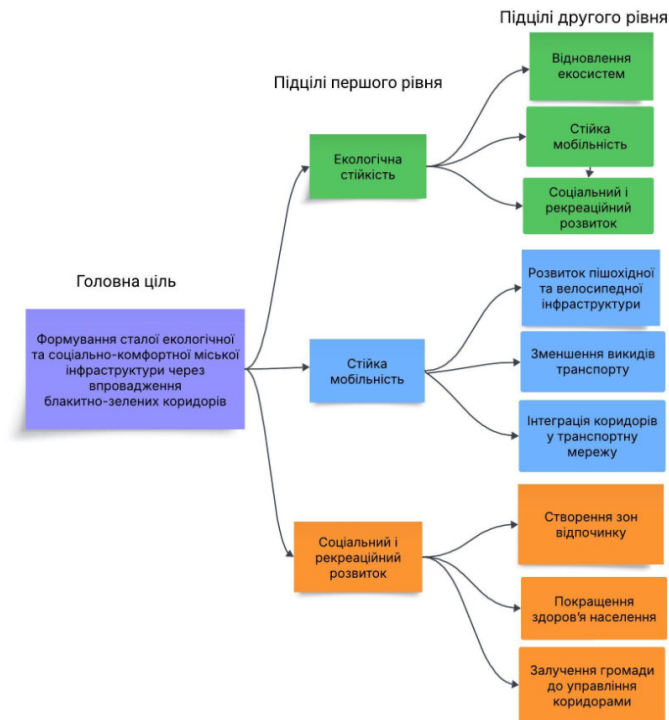


Рисунок. Дерево цілей для впровадження блакитно-зелених коридорів у міському середовищі

Після завершення цього етапу, важливо розробити відповідні програми, які повинні передбачати не лише створення нових коридорів, а й реконструкцію існуючих, з урахуванням екологічних, соціальних та інфраструктурних аспектів. Важливим моментом є інтеграція нових коридорів у вже існуючі міські мережі, зокрема транспортні, комунікаційні та рекреаційні, а також адаптація проєктів до змін клімату.

Окремо слід реалізувати цільові програми, що дасть можливість на практиці виробити інструменти та способи реалізації стратегії, відточити методи взаємодії різних стейкхолдерів, зрозуміти з високою точністю вартість реалізації концепції. Врахування цієї концепції на рівні містобудівних норм і стандартів дозволить гармонізувати її з іншими аспектами урбаністичного розвитку, а також забезпечити необхідну співпрацю між різними міськими підрозділами, які відповідають за транспорт, екологію та соціальні потреби.

Не менш важливими є просвітницькі заходи серед громади, спрямовані на підвищення обізнаності жителів щодо важливості збереження екологічного середовища і сталого розвитку міських територій. Інформаційні кампанії, громадські слухання та інтерактивні заходи дозволять не лише залучити жителів до створення і підтримки блакитно-зелених коридорів, але й підвищити їх активну участь у збереженні екологічної стійкості міста.

Отже, зелено-блакитні коридори є важливим інструментом сталого розвитку міського середовища та відіграють ключову роль у формуванні комфортного та сталого міського простору, поєднуючи інтереси екології, соціуму та економіки.

1. Никончук В. М., Хітров І. О., Пашкевич С. М., Кристопчук М. Є. Теорія та практика розвитку транспортної системи та об'єктів транспортної інфраструктури : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2024. 172 с.

2. Концепція «Блакитно-зелені коридори Рівненської міської ради» / Рівненська міська рада. URL: <https://rivnerada.gov.ua/load-senate-document> (дата звернення: 20.03.2025).

УДК 656.13

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ НА РОЗВИТОК ТРАНСПОРТНОЇ СФЕРИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙНИ

Герболець Тетяна
студентка 1 курсу, група ТТ-11

Науковий керівник – к.е.н. доц. Козак С. В.

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

У сучасних умовах світ та Україна потребують технологічних інновацій для контролю транспорту та вантажів, підвищення безпеки, оптимізації маршрутів і зниження витрат. Такі системи важливі для вантажоперевізників, орендних компаній, гірничо-металургійних підприємств і приватних автовласників.

Війна в Україні суттєво змінила функціонування логістичних процесів у країні. Зруйнована інфраструктура, заблоковані порти та постійні загрози безпеці стали новими реаліями для бізнесу. Проте, попри всі труднощі, українська логістика демонструє здатність адаптуватися, а лідери галузі вже сьогодні закладають основи для майбутнього відновлення і розвитку. Одним із найболючіших ударів стала блокада портів у Великій Одесі, через які до війни проходило понад 70% українського експорту. Тимчасова втрата морських перевезень змусила компанії переорієнтуватися на альтернативні маршрути через Польщу, Румунію та інші країни [1].

Одним із ключових рішень стало створення нових логістичних хабів за межами України. Сьогодні Польща та Румунія виконують роль транзитних центрів для більшості українських вантажів. Польські порти, такі як Гданськ і Гдиня, стали основними точками перевалки для експорту та імпорту.

Крім того, мультимодальні перевезення стали не просто трендом, а необхідністю. Комбінуючи різні види транспорту – залізничний, автомобільний і морський – компанії змогли забезпечити безперервність поставок навіть у найскладніших умовах [1].

В наслідок російсько-української війни 2022 року більшість компаній на ринку були змушені адаптуватися до нових реалій. Втрата персоналу через мобілізацію та міграцію, що призвело до дефіциту кваліфікованих працівників у галузі. Пошкодження інфраструктури, блокування портів та обмеження доступу до певних територій ускладнили логістичні операції. Коливання цін на паливо та перебої в енергопостачанні негативно вплинули на вартість та надійність перевезень. Обмеження експорту сільськогосподарської продукції та затримки на кордонах призвели до втрат для аграрного сектору. Ці недоліки стали причиною розвитку технологічного прогресу.

За даними Державної служби статистики України, у першому кварталі 2024 року (1) перевезення вантажів зросли на 24% порівняно з аналогічним періодом 2023 року (2), досягнувши 90,3 млн тонн. Пасажирські перевезення також продемонстрували позитивну динаміку, збільшившись на 22%. Вплив на позитивну статистику має впровадження інформаційних технологій на транспорті та діджиталізація транспортних процесів, а саме оптимізують маршрути, відстежують рух транспорту в реальному часі та забезпечують ефективне управління логістикою. Це дозволяє знизити витрати, підвищити продуктивність та покращити задоволеність клієнтів. Розвиток електротранспорту, зокрема електробусів та гібридних транспортних засобів, сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин та покращенню екологічної ситуації. Це також знижує витрати на паливо та забезпечує більш

стійке функціонування транспортної системи. Удосконалення законодавства щодо електромобілів та розбудова інфраструктури для них сприяють зростанню використання електротранспорту. Це включає спрощення процедур встановлення зарядних станцій, стимулювання розвитку інфраструктури та поступове обмеження використання неелектричних автобусів на міських маршрутах [2].

Логістика завжди була ключовою складовою економіки, а в умовах війни її значення лише зросло. Ефективність доставки товарів безпосередньо впливає на функціонування підприємств, збереження робочих місць і надходження валютної виручки до країни.

Історично Україна мала значний потенціал як транзитна країна завдяки своєму географічному положенню. Відновлення цього статусу стане важливим завданням після війни.

У цьому контексті розвиток технологій відіграватиме вирішальну роль. Сучасні системи управління складами, цифрові рішення для відстеження вантажів і автоматизація логістичних процесів дозволять підвищити ефективність і прозорість галузі.

Технологічні інновації у транспортній сфері відіграють важливу складову у подоланні викликів, спричинених війною та економічними труднощами. Впровадження інформаційних систем, цифровізація логістики та розвиток електротранспорту сприяють підвищенню ефективності перевезень, зниженню витрат та покращенню екологічної ситуації. Статистичні дані підтверджують позитивну динаміку у сфері вантажних і пасажирських перевезень, що свідчить про адаптацію галузі до нових умов. Подальший розвиток інноваційних рішень, вдосконалення законодавства та модернізація інфраструктури дозволять Україні створити сучасну, стійку та конкурентоспроможну транспортну систему.

1. Перебийніс В. І. Транспортно-логістичні системи підприємств: формування та функціонування. Полтава : РВВ ПУСКУ, 2019. 205 с.

2. Редзюк А. М. Автомобільний транспорт України. Стан, проблеми, перспективи розвитку, Київ : Державотранс-проект, 2019. 325 с.

УДК 628.47

КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ ЯК ОБ'ЄКТА РЕЦИКЛІНГУ

Єршоміна Анна, студентка 3 курсу, група АТ-31
Антонюк Петро, студент 2 курсу, група АТф-22інт

Науковий керівник – к.т.н. доц. Стадник О. С.

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

Рециклінг відходів є важливою складовою частиною Сталого розвитку. Рециклінг транспортних засобів, що вийшли з експлуатації включає подрібнення їх частин до необхідного рівня розкриття матеріалів і наступну сепарацію за властивостями частинок цих матеріалів методами магнітної, гравітаційної, електростатичної, вихрострумової сепарацій, повітряної класифікації та інформаційних методів сортування.

Направити на рециклінг автомобілі що вийшли з експлуатації мотивують ряд факторів, зокрема ціль Сталого розвитку № 13 «Відповідальне споживання та виробництво», Директива 2000/53/ЄС зі змінами та доповненнями, «Новий плану дій щодо циркуляційної економіки» прийнятий у Європейському Союзі у 2020 році [1]. Відповідно до Директиви ЄС 2000/53/ЄС рециклінгу з повторним використанням матеріалів підлягає 85% загальної маси транспортного засобу що вийшов з експлуатації. Ця норма розповсюджується на автомобільну електроніку. План дій щодо циркуляційної економіки ЄС передбачає використання ресурсів у замкнутому циклі.

Основною метою даної роботи є проаналізувати види автомобільних електронних відходів як об'єкта рециклінгу та виділити групи, що направляють на переробку за різними технологіями

Кожен вид відходів направляється на рециклінг за різними технологіями оскільки він включає різні компоненти: метали, сплави, пластики, еластомери. Чим більше компонентів, входить до матеріалу, тим складнішою має бути технологія. Технології рециклінгу електронних відходів включають, як мінімум, одну стадію дроблення та, як мінімум, одну стадію видової сепарації на компонент. Звідси стає очевидним поширення роздільного збирання відходів, тому що, чим менше компонентів тим простіша технологія рециклінгу.

Щоб отримати більш однорідні компоненти з автомобільної електроніки деталі потрібно розбирати з використанням ручної праці, що, зазвичай, дорожча за машинну. З використанням машинної переробки можна знизити вилучення цінних компонентів, таких як дорогі кольорові метали, інколи навіть дорогоцінні та рідкісноземельні метали такі як золото, срібло та неодим, які інколи входять до автомобільних електричних і електронних пристроїв.

За аналізом інформації по технологіях рециклінгу автомобільних електронних відходів [2; 3; 4] було виділено чотири основні види, які ще можна розділити на підвиди, що можна переробляти за однією технологічною схемою:

1. Кабельно-провідникові відходи;
2. Електронні пристрої та блоки керування;
3. Акумулятори, кислотні та літій-іонні, що переробляють за різними технологіями
4. Індукційні електромашини (двигуни, стартери, генератори).

Класифікацію автомобільних електронних відходів, як об'єкта рециклінгу з виділенням основних сировинних матеріалів що можна отримати з цих відходів наведено на рисунок.

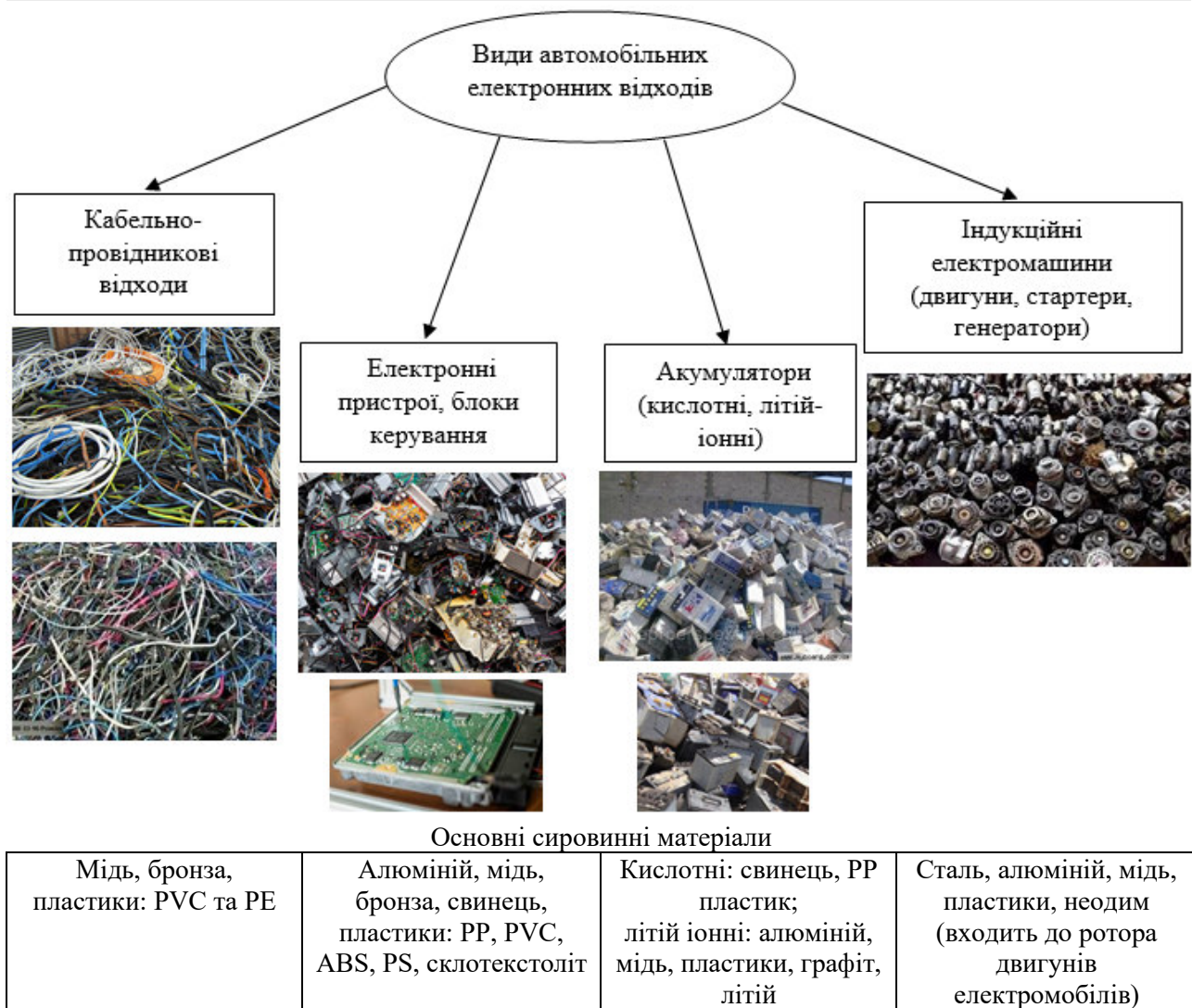


Рисунок. Класифікація автомобільних електронних відходів

Отже, автомобільні електронні відходи є сировиною для отримання концентратів кольорових, інколи навіть дорогоцінних та рідкісних металів, пластиків та інших матеріалів. Для ефективного рециклінгу автомобільні електронні відходи повинні бути відсортовані по групах які переробляють за однією технологією, що дозволяє збільшити ступінь вилучення матеріалів.

1. R. C. Spani. The New Circular Economy Action Plan. FEEM Policy Brief, 2020(09-2020).
2. Electronic waste. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_waste (дата звернення: 31.03.2025).
3. Stadnyk O. Substantiation of eddy current separation parameters for car recycling technology. *Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources* : book of abstracts 5nd International Scientific and Technical Internet Conference (Petroșani, Romania, November 11, 2022). Petroșani, Romania, 2022. P. 211–213.
4. Стадник О. С., Кнап Є. А. Аналіз методів сортування кольорових металів і сплавів у технології утилізації автомобілів. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали IX Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції (Вінниця, 14–15 квітня 2021 р.). Вінниця : ВНТУ, 2021. С. 252–255.

МОНІТОРИНГ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

Зданевич Микола
студент 2 курсу, група ТТф-22інт

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

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

Громадський транспорт є невід’ємною частиною повсякденного життя, виконує численні соціальні та економічні функції, які забезпечують комфорт і зручність для населення пересування. Він не лише сприяє переміщенню людей, але й підтримує зв’язки між різними районами міста, що є важливим для розвитку економіки та соціальної інтеграції. Для підтримки необхідних параметрів ефективності і розвитку міського пасажирського транспорту необхідно впроваджувати заходи, спрямовані на підвищення рівня обслуговування пасажирів та адаптації їх соціальних потреб і звичок до змін. Для вирішення даного питання доцільно проводити моніторинг попиту на різні види транспорту, визначення пікових періодів, коли спостерігається найбільший наплив пасажирів, а також розподіл маршрутів, щоб оптимізувати їх ефективність. Розуміння цих аспектів дозволить не лише покращити якість обслуговування, але й забезпечити більш раціональне використання ресурсів, що, в свою чергу, позитивно вплине на загальний рівень задоволеності користувачів громадським транспортом [1].

Для всебічного оцінювання ефективності та безпеки маршруту громадського транспорту важливо врахувати всі ключові параметри та елементи інфраструктури, які можуть впливати на його функціонування. Ефективність заходів можна оцінити, провівши моніторинг транспортних потоків.

Моніторинг транспортних потоків — це процес збору, аналізу та оцінки даних про рух транспортних засобів, пішоходів і вантажів для ефективного управління транспортною системою. Він використовується для оптимізації дорожнього руху, підвищення безпеки та зниження заторів.

Оптимізація транспортного потоку неможлива без точного збору даних та їх аналіз (рисунок).

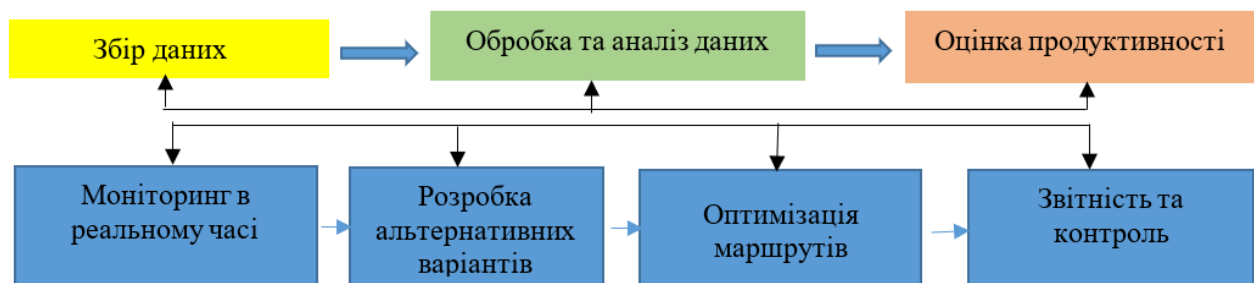


Рисунок. Блок-схема моніторингу перевезень пасажирів на міському транспорті

Процес аналізу та оптимізації транспортних перевезень включає кілька ключових етапів. Спочатку здійснюється збір даних на транспортних засобах, що дозволяє отримати інформацію про маршрути, час у дорозі, зупинки та пасажиропотік. Потім ці дані обробляються та аналізуються для визначення ефективності руху, оцінки заповнюваності транспорту та виявлення відхилень від графіка. На основі отриманих результатів проводиться

оцінка продуктивності, що включає порівняння фактичного часу виконання рейсів із запланованим, аналіз заторів і затримок, а також дослідження пасажиропотоку на різних зупинках. Якщо виявляються проблеми, формуються рекомендації щодо їх усунення, наприклад, коригування маршрутів або часу відправлення. Паралельно здійснюється звітність для керівників та оперативне інформування водіїв і диспетчерів у разі виникнення критичних ситуацій. Моніторинг транспорту в режимі реального часу дає змогу оперативно реагувати на зміни та оновлювати дані для пасажирів через інтерактивні платформи. Завершальним етапом є оптимізація маршрутів, яка передбачає вдосконалення схем руху на основі отриманої інформації, з метою підвищення ефективності транспортної системи та покращення якості обслуговування пасажирів [2].

Моніторинг транспортних потоків здійснюється за допомогою різних технологій і методів збору даних. Класичними методами збору інформації є:

- ✓ візуальний підрахунок – спостерігачі записують кількість транспортних засобів, що проїжджають за певний проміжок часу.
- ✓ хронометраж руху – визначають час проходження транспортного засобу між контрольними точками для оцінки швидкості руху.
- ✓ опитування водіїв і пасажирів – збір інформації про маршрути, цілі поїздки, час у дорозі тощо.
- ✓ фіксація на паперових бланках або в електронних таблицях – запис інтенсивності руху, розподілу за видами транспорту та часу доби.
- ✓ фотографування та відеофіксація – використовується для подальшого аналізу транспортних потоків.

Застосування даних методів збору інформації зазвичай застосовується для локальних досліджень, коли необхідно отримати оперативні дані або перевірити ефективність автоматизованих систем.

Також, моніторинг транспортних засобів може проводитися за допомогою а допомогою різних технологій і методів збору даних.

Основні засоби моніторингу:

- ✓ технічні засоби збору даних (камери відеоспостереження, індуктивні петлі, радарні та лазерні датчики, акустичні сенсори);
- ✓ системи супутникового моніторингу (GPS/GNSS-трекери, GIS);
- ✓ мобільні технології та IoT (Мобільні додатки та дані зі смартфонів, датчики Io).
- ✓ альтернативні методи моніторингу (БПЛА, Big Data та штучний інтелект).

Залежно від мети моніторингу, застосовуються різні комбінації методів. Класичні методи ефективні для локальних досліджень та короткострокових спостережень. Автоматизовані системи дозволяють здійснювати постійний моніторинг, аналізувати великі обсяги даних та впроваджувати інтелектуальні транспортні рішення. Поєднання класичних методів моніторингу з сучасними технологіями дозволяє виявити проблеми та ефективно впроваджувати заходи для підвищення пропускну здатності доріг, зниження заторів і покращення безпеки руху.

1. Никончук В. М., Хітров І. О., Пашкевич С. М., Кристопчук М. Є. Теорія та практика розвитку транспортної системи та об'єктів транспортної інфраструктури: монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2024. 172 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/29926> (дата звернення: 20.03.2025).

2. Пашкевич С. М., Никончук В. М., Кристопчук М. Є. Оцінка пропускну спроможності міської дорожньої мережі з урахуванням пропозицій паркування. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2023. Вип. 2(21). С. 163–175. <https://doi.org/10.36910/automash.v2i21.1221>

УДК 339.137.2

РОЗВИТОК ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ КОМПАНІЇ TOYOTA: КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Здрачук Карина
студентка 1 курсу, група ТТ-12

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

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

Як правило, автомобільна промисловість включає в свою структуру окрім автомобілебудування, багато інших галузей, таких як: виробництво окремих компонентів, створення дилерської мережі, дослідження ринку, сферу надання послуг та вдосконалення розвитку та впровадження наукових і технічних досягнень тощо. Великі автовиробники мають складну мережу постачальників, що охоплює як локальні, так і глобальні компанії по всьому світу. Компанія Toyota постійно вкладає значні фінанси в розробку та дослідження нових матеріалів, використання нових технологій безпеки, альтернативних джерел енергії та концепції автономного водіння. Дані заходи не лише покращують якість та безпеку автомобілів, але й сприяють розвитку інноваційного сектору загалом з залученням талановитих науковців та інженерів. Все це сприяє створенню нових робочих місць і економічному зростанню країн, де функціонують ті чи інші виробництва [1].

Транспортна мережа компанії Toyota є досить потужною і розгалуженою на території України та охоплює як внутрішні, так і міжнародні логістичні потоки, включаючи в себе управління постачанням сировини, комплектуючих та доставку готових автомобілів. Успіх компанії багато в чому обумовлений новими розробками, в тому числі зростанням продажу автомобілів-гібридів. За 2024 рік компанія Toyota реалізувала понад 4,2 мільйона автомобілів-гібридів, що значно перевищує показники попередніх років та демонструє величезний стрибок продажів саме цих видів у порівнянні з продажами електромобілів. Варто зазначити, що Toyota також збільшила продажі електромобілів майже на 40% порівняно з 2023 роком, досягнувши позначки майже в 140 000 одиниць [2].

Одним з основних елементів розвитку транспортних засобів компанії є підвищення безпеки водія та пасажирів. Тому, кожен транспортний бренд намагається інтегрувати в нові моделі максимальну кількість інтелектуальних помічників. Сучасні системи безпеки використовують передові алгоритми та датчики для виявлення потенційно небезпечних ситуацій на дорозі. Наприклад, система розпізнавання перешкод може автоматично виявити пішоходів або інші автомобілі та завчасно сповістити водія про небезпеку. Деякі системи можуть навіть самостійно вжити заходів для уникнення зіткнення, наприклад, виконати екстрене гальм. Такий інтелектуальний захист у серійних комплектаціях пропонує і компанія Toyota [3].

Основні цілі транспортної мережі Toyota полягають у мінімізації витрат, зменшення часу доставки, забезпеченні високого рівня якості та надійності поставок, а також зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Компанія співпрацює з великою кількістю логістичних партнерів, включаючи автомобільні, залізничні та морські транспортні компанії.

Toyota активно впроваджує сучасні транспортні технології для оптимізації своєї логістичної системи. До них належать:

1. Системи управління транспортом, що дозволяють планувати маршрути, відстежувати вантажі в режимі реального часу, контролювати завантаження транспортних засобів.

2. Застосування нових розробок в GPS-навігації та телематиці, що використовуються для моніторингу місцезнаходження транспортних засобів, контролю їх швидкості та витрат палива.

3. Автоматизовані складські системи для забезпечення швидких та точних обробок даних зберігання окремих компонентів та готової продукції.

4. Програмне забезпечення для обліку, контролю та прогнозування попиту, що допомагає оптимізувати рівень запасів та планувати поставки відповідно до очікуваного попиту на різні моделі автомобілів.

5. Компанія Toyota прагне до використання саме екологічно чистих транспортних засобів для зменшення свого вуглецевого сліду та використання гібридних та електричних транспортних засобів для внутрішніх перевезень.

Toyota є глобальною компанією, значна частина продукції якої експортується за кордон. Постачання автомобілів на міжнародні ринки здійснюється переважно морським транспортом, який є найбільш економічно вигідним для великих обсягів. Компанія використовує спеціалізовані судна-автовози для транспортування, забезпечуючи їх безпеку та збереження під час перевезення. Для доставки на континентальні ринки використовуються також залізничний та автомобільний транспорт.

Точна кількість рейсів, що здійснюються автомобілями Toyota для внутрішніх та міжнародних перевезень, є комерційною таємницею. Однак, враховуючи глобальні масштаби виробництва та продажів компанії, можна припустити, що щоденно здійснюються сотні, а можливо й тисячі рейсів для доставки компонентів та готової продукції. Ефективне управління цими рейсами є ключовим фактором успіху логістичної системи Toyota.

Підсумовуючи усе сказане, можна стверджувати, що автомобільна промисловість є одним з найважливіших елементів сучасної економіки. Вона не лише забезпечує мільйони користувачів по всьому світу зручними і комфортними засобами пересування, а й сприяє економічному зростанню, створенню нових робочих місць, поглибленню міжнародної торгівлі та впровадженню інновацій.

Але в процесі свого розвитку, сучасна автомобільна галузь зіштовхнулася з викликами труднощами щодо зменшення впливу на зовнішнє середовище. Заходи для зменшення такого впливу потребують подальших досліджень та вдосконалення «зелених» технологій, а також розробки та впровадження «чистих» інновацій в сучасних моделях автомобілів.

І саме транспортна система компанії Toyota виступає одним з таких складних та динамічних комплексів, що постійно розвивається та вдосконалюється. Завдяки впровадженню сучасних технологій, оптимізації логістичних процесів та стратегічному партнерству з перевізниками, Toyota забезпечує ефективне та своєчасне постачання своєї продукції на світові ринки та дотримується обмежень по негативному впливу транспортних засобів на зовнішнє середовище. В планах даної транспортної компанії і в подальшому залишатиметься курс на підвищення екологічності, гнучкості та адаптивності до змін ринкових та соціальних умов.

1. Автомобільна промисловість: як вона функціонує та як впливає на економіку. URL: <https://mymycars.com/full-news/a-35-305aced3-4ae5-457e-b1e6-489593f0db39> (дата звернення: 20.03.2025).

2. Відмінно продаються. Автомобілі Toyota зберігають лідерство на світовому ринку. URL: https://nv.ua/ukr/auto/news/toyota-zberigaye-liderstvo-na-svitovomu-rinku-avtomobiliv-50486129.html#goog_rewarded . (дата звернення: 20.03.2025).

3. Інтелектуальна техніка у сучасних автомобілях: огляд та аналіз новітніх можливостей. URL: <https://mymycars.com/full-news/inte-b41b9d35-9ed6-4452-9732-a2cd64a39466>. (дата звернення: 20.03.2025).

УДК 656.1

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ РОЗУМНОГО УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ У СУЧАСНИХ МІСТАХ

Колодюк Олександр, Кравчук Антон

студенти 1 курсу, група ТТ-11інт

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

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

Сьогодні населення дедалі більше тяжіє до міських центрів, що створює значний тиск і породжує численні виклики. Однією з найгостріших проблем сучасних мегаполісів є затори на дорогах. Стрімке зростання міст вимагає ефективніших механізмів регулювання транспортних потоків, щоб забезпечити зручне пересування з мінімальним негативним впливом на перевантажене середовище. Штучний інтелект (ШІ) поступово стає ключовим інструментом для розв'язання цих проблем: він покращує управління дорожнім рухом, підвищує ефективність громадського транспорту та сприяє розвитку розумних і сталих міст.

Затори на дорогах стали однією з основних проблем для мегаполісів у всьому світі. Згідно з дослідженнями, зростання чисельності населення в міських районах веде до значного збільшення транспортного навантаження, що створює додаткові труднощі для урбаністичних систем. У міру збільшення кількості жителів міст, транспортна інфраструктура виявляється неготовою до таких змін, що призводить до значних заторів на дорогах.

Один з основних викликів – забруднення довкілля через викиди парникових газів від транспортних засобів, що значно погіршує екологічний стан міст. Забруднення повітря на вулицях мегаполісів є серйозною проблемою для здоров'я їх мешканців і впливає на якість життя в цілому [1]. Відсутність актуальних даних для керування трафіком також ускладнює створення ефективних транспортних стратегій, що вимагають швидкого реагування на ситуації в реальному часі [2].

Використання штучного інтелекту для управління міським трафіком. Завдяки можливості аналізувати дані в режимі реального часу та надавати рекомендації, штучний інтелект (ШІ) відіграє ключову роль у боротьбі із заторами в мегаполісах, покращенні роботи громадського транспорту та зменшенні негативного впливу транспорту на міське середовище.

1. Використання ШІ для прогнозування та контролю дорожнього руху. Системи на основі штучного інтелекту можуть обробляти історичні та поточні дані про трафік, щоб точно прогнозувати транспортні потоки та рекомендувати оптимальні схеми руху. Наприклад, у Лос-Анджелесі працює система штучного інтелекту, яка аналізує інформацію з камер і датчиків для прогнозування щільності руху та регулювання світлофорів. Це дозволило скоротити середній час поїздки на 12% [3].

Подібний підхід застосовує Транспортне управління Сінгапуру (LTA), яке використовує алгоритми машинного навчання для прогнозування завантаженості доріг та зміни маршрутів. Дані збираються автоматично за допомогою автомобілів із GPS, камер спостереження та навіть інформації із соціальних мереж, що дозволяє оперативно пропонувати водіям менш завантажені дороги [4].

2. Розумні світлофори. Одним із яскравих прикладів адаптивних систем управління трафіком є розумні світлофори. Вони аналізують потік транспорту та змінюють розклад роботи світлофорів відповідно до реальної ситуації на дорозі. Такі системи використовують дані із сенсорів, камер спостереження та GPS, щоб зменшити затримки та покращити пропускну здатність вулиць.

У Пітсбурзі за допомогою штучного інтелекту було впроваджено систему Surtrac, яка регулює світлофори в режимі реального часу. Це призвело до скорочення середньої тривалості поїздок на 25% та зменшення часу очікування на перехрестях на 30% [5]. Аналогічно, у Сан-Дієго застосовується система «Smart Traffic Control», яка використовує великі масиви даних із підключених транспортних засобів для автоматичного налаштування сигналів світлофорів [6].

3. ШІ у громадському транспорті. Штучний інтелект також застосовується для підвищення ефективності громадського транспорту шляхом оптимізації маршрутів, розкладів та заповнюваності транспорту. Наприклад, Транспортне управління Лондона (TfL) використовує ШІ для прогнозування кількості пасажирів, що дозволяє своєчасно коригувати розклад руху автобусів і поїздів. Це покращило дотримання графіка на 10% та скоротило середній час очікування пасажирів на 15% у сприятливих погодних умовах [7].

Крім того, Транспортне управління затоки Массачусетс (MBTA) впровадило штучний інтелект для аналізу маршрутів автобусів та складання розкладів. Це підвищило надійність роботи транспорту та водночас дозволило суттєво знизити експлуатаційні витрати.

Інтеграція штучного інтелекту в управління міським транспортом приносить значні переваги.

Штучний інтелект уже активно застосовується для прогнозування заторів, регулювання світлофорів та надання актуальної інформації про дорожню ситуацію. Дослідження показують, що впровадження автоматизованих транспортних систем може скоротити час поїздок.

- оптимізація громадського транспорту:

ШІ допомагає ефективніше організовувати роботу громадського транспорту, коригуючи маршрути та розклади, щоб покращити якість перевезень. Завдяки збору даних із різних джерел транспортні служби можуть своєчасно вносити зміни в розклад, що підвищує рівень задоволеності пасажирів.

- зменшення впливу на довкілля:

Застосування штучного інтелекту у сфері транспорту сприяє скороченню витрат пального та зниженню викидів парникових газів. Усунення заторів і покращення координації руху дозволяють зменшити рівень забруднення, створюючи більш екологічне міське середовище.

З розвитком технологій дедалі більше міст інтегрують безпілотні автомобілі у свої транспортні системи. Такі транспортні засоби використовують штучний інтелект для навігації містом, взаємодії з іншими автомобілями та інтеграції з системами управління дорожнім рухом. Це сприяє підвищенню безпеки на дорогах, ефективнішому регулюванню трафіку та рівному доступу до автономного транспорту для всіх мешканців.

Штучний інтелект сприяє підвищенню ефективності управління міськими електромережами завдяки прогнозному аналізу технічного стану інфраструктури. Це допомагає запобігати аваріям, оптимізувати споживання енергії та зменшувати витрати на обслуговування.

Штучний інтелект також трансформує процеси міського планування, допомагаючи створювати розумні міста. Використовуючи аналіз демографічних даних, транспортних потоків та потреб у новій інфраструктурі, міста можуть планувати свій розвиток ефективніше. Наприклад, Барселона інтегрувала ШІ у міське планування для оптимізації використання ресурсів та створення більш сталого середовища [8].

Впровадження ШІ у різних мегаполісах вже демонструють успішні приклади використання ШІ для підвищення якості життя. Такі міста, як Сінгапур, Пітсбург і Барселона, активно застосовують технології штучного інтелекту для оптимізації дорожнього руху, покращення роботи громадського транспорту та зниження рівня забруднення довкілля. За прогнозами McKinsey, впровадження ШІ у сфері транспортного менеджменту дозволить зменшити середній час перебування в заторах на 20%. Крім того, використання ШІ у

громадському транспорті сприятиме підвищенню точності дотримання графіків на 10% та скороченню часу очікування пасажирів на 15% [9].

Наступні кроки в управлінні дорожнім рухом у розумних містах включають впровадження складних систем штучного інтелекту (ШІ). Це передбачає використання агентних робочих процесів та інтелекту прийняття рішень, що дозволяє галузям та департаментам стати орієнтованими на прийняття рішень. Завдяки ШІ можна автоматизувати та оптимізувати IT-підтримку та операції, підвищуючи ефективність та оперативність. Крім того, ШІ відіграє ключову роль в інтелектуальному управлінні дорожнім рухом у розумних містах, сприяючи оптимізації міського транспортного потоку для покращення ефективності транспорту та безпеки [10].

Таким чином. Використання штучного інтелекту (ШІ) в управлінні дорожнім рухом є ключовим фактором у розвитку інтелектуальних транспортних систем, модернізації громадського транспорту та розумного міського планування. Інтеграція технологій ШІ, таких як прогнозування заторів, адаптивне управління світлофорами та автоматизація розкладів громадського транспорту, дозволяє значно зменшити час у заторах, підвищити ефективність перевезень та знизити екологічний вплив. Водночас, необхідно враховувати етичні аспекти, такі як захист даних та можливі алгоритмічні упередження, щоб забезпечити справедливість і прозорість систем. Подальший розвиток і адаптація ШІ в міських умовах сприятимуть покращенню якості життя мешканців, забезпеченню екологічної стійкості та формуванню розумних міст майбутнього.

1. Кузьменко В. Проблеми управління міським транспортом у великих містах. *Транспортні технології*. 2023. Т. 44, № 3. С. 34–41.
2. Петренко І. Екологічний вплив транспортних засобів на міське середовище. *Екологія та транспорт*. 2021. Т. 12, № 4. С. 23–30.
3. Majury A. AI Case Study Saturday: Traffic Management System – City of Los Angeles. *LinkedIn* : вебсайт. 2024. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/ai-case-study-saturday-traffic-management-system-alastair-iodbe> (дата звернення: 23.03.2025).
4. ITS International. Detection analysis technology successfully predicts traffic flows. 2012. URL: <https://www.itsinternational.com/its4/its5/its6/feature/detection-analysis-technology-successfully-predicts-traffic-flows> (дата звернення: 23.03.2025).
5. Snow J. This AI traffic system in Pittsburgh has reduced travel time by 25%. *Smart Cities Dive*. 2017. URL: <https://www.smartcitiesdive.com/news/this-ai-traffic-system-in-pittsburgh-has-reduced-travel-time-by-25/447494> (дата звернення: 23.03.2025).
6. Navdeep S. G. Smart Cities with Microsoft Co-Pilot: Urban Planning & Infrastructure. *XenonStack AI*. 2025. URL: <https://www.xenonstack.com/blog/smart-cities-with-microsoft-co-pilot> (дата звернення: 23.03.2025).
7. Cow-Shed. Using Artificial Intelligence to Improve Transport in London. 2024. URL: <https://www.cow-shed.com/blog/using-artificial-intelligence-to-improve-transport-in-london> (дата звернення: 23.03.2025).
8. Ajuntament de Barcelona. Barcelona advances in the development of a municipal artificial intelligence strategy. 2025. URL: <https://ajuntament.barcelona.cat/digital/en/news/news/barcelona-advances-in-the-development-of-a-municipal-artificial-intelligence-strategy-1490470> (дата звернення: 23.03.2025).
9. Medium. Smart Cities: How AI is Revolutionizing Urban Traffic Management. 2024. URL: <https://medium.com/@aitechdaily/smart-cities-how-ai-is-revolutionizing-urban-traffic-management-abefbdb020aa> (дата звернення: 23.03.2025).
10. Гайдамашко О. Штучний інтелект керуватиме трафіком в одному з американських міст. 24 Канал. 2024. URL: https://24tv.ua/tech/shtuchniy-intelekt-upravlinni-dorozhnim-ruhom-bostoni-zmenshuje_n2617040 (дата звернення: 23.03.2025).

УДК 338.98

**ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ВІДДІЛІВ
ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ВІЙНИ (НА ПРИКЛАДІ ВІДДІЛУ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРАТ «РІВНЕАЗОТ»)**

Колодюк Олександр
студент 1 курсу, група ТТ-11інт

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

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

Останні роки, починаючи з 24 лютого 2022 року, стали складними та відобразилися не тільки на житті пересічного громадянина, але й значною мірою на економіці України, зокрема на її промисловому секторі. Промислові підприємства змушені адаптуватися до нових умов функціонування, спричинених численними обстрілами об'єктів інфраструктури, проблемами з блокуванням кордонів, постійною загрозою руйнування та відповідно зростанням цін на електроенергію. Ці фактори негативно впливають на діяльність підприємств, однак українська промисловість демонструє здатність до адаптації та навіть в деяких випадках виходить на рівень роботи показників, що наближені до довоєнного періоду. Появляються нові підприємства та галузі, що свідчить про стійкість економіки.

Одним із прикладів промислових підприємств, що успішно адаптувалися до сучасних умов, є завод з виробництва мінеральних добрив ПрАТ «Рівнеазот».

Приватне акціонерне товариство «Рівнеазот» – лідер із виробництва мінеральних добрив у Західній Україні. Завдяки високій культурі виробництва, висококваліфікованому колективу професіоналів, постійній модернізації обладнання, автоматизації та комп'ютеризації виробничих процесів «Рівнеазот» займає впевнене місце у промисловості України та складає конкуренцію багатьом закордонним хімічним підприємствам.

Відповідно до Статуту ПрАТ «Рівнеазот» здійснює близько 50 видів діяльності, основними з яких є: виробництво, збереження і реалізація мінеральних добрив азотної і фосфорної групи, продукції виробничо-технічного призначення – аміак, адипінова кислота, циклогексанон, НДКО. Серед продукції ПрАТ «Рівнеазот»: гази промислові прості, азот, кисень, гази промислові складні, діоксид вуглецю, ангідриди та кислоти неорганічні, кислота фосфорна та поліфосфорні кислоти, вуглеводні циклічні, спирти синтетичні інші та їх похідні, інші кислоти монокарбонові та їх похідні, кислота адипінова, її солі та складні ефіри, інші карбонові кислоти та їх похідні, кетони, хінони та їх похідні, кислота азотна та аміак, кислота азотна, кислоти сульфоазотні, аміак безводний, добрива азотні, нітрат амонію, добрива мінеральні чи хімічні азотні, добрива фосфатні, добрива мінеральні чи хімічні фосфоритні [1].

Попри складні умови військового часу, «Рівнеазот» продовжує свою діяльність, забезпечуючи аграрний сектор України необхідними добривами в багатьох . У червні 2024 року підприємство відновило роботу базових цехів з виробництва мінеральних добрив, включаючи цехи аміаку, неконцентрованої азотної кислоти та аміачної селітри. Потужність запущеної лінії аміаку становить 650 тон на добу, а неконцентрованої азотної кислоти – 1000 тон на добу. Це дозволяє виробляти мінімум 40 тисяч тон аміачної селітри щомісяця, що є важливим внеском у забезпечення потреб українських аграріїв [2].

Крім основної виробничої діяльності, «Рівнеазот» активно підтримує обороноздатність країни. Підприємство передало обладнання на суму 800 тисяч гривень для підрозділів протиповітряної оборони, включаючи прожектори та лазерні установки для виявлення дронів,

спеціальні станції для їх знищення, сучасні планшети та прилади нічного бачення. Ця допомога спрямована на покращення захисту неба над українськими містами та підвищення обороноздатності країни [3].

Підприємство реалізовує свою продукцію без залучення посередників. Збут здійснюється за допомогою різних видів транспорту. Використовується залізниця, автотранспорт, а також порти. Продукцію реалізують як на зовнішні так і на внутрішні ринки. Забезпечує діяльність з перевезеннями продукції підприємства окремий відділ, а саме – відділ перевезень.

Відділ перевезень ПрАТ «Рівнеазот» – це центр логістики підприємства, яке відповідає за організацію та забезпечення ефективного транспортування. Його головна мета – гарантувати, що виробничі та складські підрозділи отримують необхідне обслуговування вчасно, сприяючи безперервності виробничого процесу та оптимізації витрат на транспортування.

Основні завдання, які вирішує відділ перевезень: планування маршрутів з метою створення найкращих шляхів для доставки продукції, враховуючи вартість, час та безпеку; співпраця з перевізниками для налагодження та підтримка відносин із транспортними компаніями для забезпечення надійних перевезень; відстеження перевезень, моніторинг руху вантажів та оперативне вирішення будь-яких проблем чи затримок; документальне супроводження, що виявляється в підготовці всіх необхідних документів для перевезень та інформування всіх зацікавлених сторін.; дотримання стандартів безпеки, для забезпечення відповідності всіх перевезень законодавчим вимогам та стандартам безпеки.; технічне обслуговування транспорту, воно включає в себе: організацію регулярних оглядів та ремонтів транспортних засобів для підтримки їх у належному стані; управління транспортними ресурсами, а саме закупівля нових транспортних засобів, їх реєстрація, отримання необхідних ліцензій, а також списання та утилізація старих машин.

Завдяки злагодженій роботі відділу перевезень, «Рівнеазот» забезпечує стабільність та ефективність своїх логістичних процесів, що сприяє успішній діяльності всього підприємства.

Таким чином, відділ перевезень відіграє важливу роль у стабільному функціонуванні підприємства та є невід’ємною складовою його виробничої структури. Однак, як і багато інших підприємств, ПрАТ «Рівнеазот» зіткнулося з новими реаліями. Одним із таких викликів стали вимушені простой та зупинки заводу через обстріли об’єктів енергетичної інфраструктури.

Простій – це зупинення роботи, викликане відсутністю організаційних або технічних умов, необхідних для виконання роботи, невідворотною силою або іншими обставинами [4]. Простій веде за собою значний негативний вплив на підприємство, зокрема: вплив на робітників (тривалий простій може відбиватися на заробітній платі працівників); негативні фінансові результати (втрати від неотриманого прибутку, витрати на утримання інфраструктури, зменшення темпів реалізації продукції); зменшення продуктивності (перерви в роботі можуть порушити виробничі процеси та знизити загальну ефективність підприємства).

Простій на відділі перевезень, має комплексний негативний вплив, що охоплює фінансові, організаційні та соціальні аспекти. Фінансові та соціальні наслідки є спільним загалом із підприємством та виражаються у витратах на оплату праці, простій, моральний стан працівників та у плинності кадрів. Більш конкретизованими саме для відділу є організаційні наслідки, які проявляються в порушенні логістичних процесів. Відділ перевезень відповідає за своєчасне та ефективне транспортування сировини та готової продукції. Простій призводить до затримок у постачанні, що може спричинити збій у виробничому циклі та невиконання зобов’язань перед клієнтами.

Загроза залізничній інфраструктурі України, яка є основним шляхом експорту для підприємств, таких як ПрАТ «Рівнеазот», суттєво впливає на діяльність відділу перевезень. З початку бойових дій було пошкоджено щонайменше 126 залізничних вокзалів і станцій, що

привело до прямих збитків транспортної інфраструктури на суму \$36,8 млрд, безпосередньо для залізничної інфраструктури, що використовує відділ перевезень існує постійна загроза ураження її ворогом [5]. Крім фізичних руйнувань, залізнична система України зазнала кібератак, які порушили роботу онлайн-сервісів та ускладнили управління перевезеннями. Ці фактори призводять до затримок у постачанні сировини та відвантаженні готової продукції, що ускладнює виконання договірних зобов'язань.

Крім вище перерахованих наслідків повномасштабного вторгнення, на ефективність функціонування та загалом стабільність як відділу перевезень, так і підприємства в цілому є: перебої та проблеми з постачанням паливо-мастильних матеріалів; перебої у постачанні та підвищення цін на паливо, призводить до того, що відділ перевезень стикається з труднощами в забезпеченні транспортних засобів необхідними ресурсами для виконання перевезень; плінність кадрів та потреба у кваліфікованих працівниках.

У зв'язку з мобілізацією, багато працівників, що не отримали бронювання були мобілізовані, на місце досвідченого висококваліфікованого персоналу приходять працівники без досвіду та інколи кваліфікації, а це в свою чергу веде за собою витрати пов'язанні з навчанням нового персоналу та значно впливає на ефективність роботи відділу.

Завчасне виявлення та розуміння цих загроз дозволяє відділу перевезень ПрАТ «Рівнеазот» розробити стратегії для їх мінімізації та забезпечити безперебійне функціонування навіть у складних умовах воєнного часу.

ПрАТ «Рівнеазот» продемонструвало неймовірну стійкість у воєнних умовах завдяки спільним зусиллям усього колективу. Навіть під час обстрілів, перебоїв з енергією та мобілізації працівників, керівництво знаходить рішення: відновити роботу певного цеху, адаптуватися до нових умов функціонування та забезпечити безпеку своїх працівників.

Зважаючи на виклики, з якими зіштовхується ПрАТ «Рівнеазот» у період повномасштабної війни, можна зробити висновок, що підприємство демонструє високу стійкість і здатність до адаптації в умовах складної економічної та військової ситуації. Відділ перевезень, як ключовий елемент логістичної інфраструктури, виконує важливу роль у забезпеченні безперебійного постачання продукції та сировини, незважаючи на труднощі з простоем, пошкодженнями інфраструктури, нестабільністю постачання палива та плінністю кадрів.

Таким чином, ПрАТ «Рівнеазот» через злагоджену роботу відділів, включаючи відділ перевезень, зміг не лише підтримати свою виробничу діяльність, але і внести суттєвий вклад у забезпечення потреб аграрного сектору України та підтримку обороноздатності країни. Однак для подальшого успішного функціонування підприємству необхідно продовжувати адаптуватися до нових загроз та розробляти стратегії для їх мінімізації в умовах невизначеності.

1. Приватне акціонерне товариство «Рівнеазот» OSTCHEM. URL: <https://azot.rv.ua> (дата звернення: 27.03.2025).

2. Колесніченко Ольга. Delo.ua. «Рівнеазот» відновив роботу цехів з виробництва мінеральних добрив. (2024, 14 червня). URL: <https://delo.ua/agro/rivneazot-vidnoviv-robotu-cexiv-z-virobnictva-mineralnix-dobriv-433410> (дата звернення: 27.03.2025).

3. Приватне акціонерне товариство «Рівнеазот» OSTCHEM. ПрАТ «РІВНЕАЗОТ» передав обладнання на 800 тис. грн для сил ППО. (2023, 2 жовтня). URL: <https://azot.rv.ua/press/novyny/426-800-na-ppo> (дата звернення: 27.03.2025).

4. Галина Белікова. Kadroland. Простій: коли запроваджують та як оформити. (2024, 1 листопада). URL: <https://kadroland.com/news/1429-prostii-koli-zaprovadzuyut-ta-yak-oformiti> (дата звернення: 27.03.2025).

5. Київська школа економіки. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на початок 2024 року. (2024, квітень). С. 14. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf (дата звернення: 27.03.2025).

УДК 656

РОЛЬ ТРАНСПОРТУ В ЕФЕКТИВНОМУ ПЕРЕВЕЗЕННІ ТОВАРІВ ТА ПАСАЖИРІВ

Король Денис

студент 1 курсу, група ТТ-12

Науковий керівник – к.т.н. доц. Хітров І. О.

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

Роль транспорту в ефективному перевезенні товарів та пасажирів охоплює важливі аспекти взаємозв'язку транспорту, економіки та соціальної мобільності [1].

Економічна значущість транспорту полягає в тому, що транспорт є основою економічної системи будь-якої країни, оскільки забезпечує зв'язок між виробниками, споживачами, ринками та постачальниками. Ефективне транспортування товарів дозволяє знижувати витрати, покращувати обіг товарів і послуг, а також оптимізувати час доставки. Транспорт є також важливим чинником для міжнародної торгівлі та економічної інтеграції, сприяючи розвитку глобальних ланцюгів постачання [2].

Роль транспорту у розвитку логістики охоплює організацію та управління перевезеннями товарів від виробника до кінцевого споживача. Транспорт є ключовим елементом логістичних систем, забезпечуючи надійні та ефективні маршрути для доставки вантажів. При цьому важливими є швидкість, надійність і безпека перевезень, що визначає конкурентоспроможність підприємств і регіонів.

Транспорт і мобільність пасажирів регулює ефективне перевезення пасажирів має важливе значення для забезпечення мобільності населення. Це включає як внутрішні перевезення в межах міста чи країни, так і міжнародні рейси. Транспорт дає змогу людям дістатися на роботу, до навчальних закладів, для туристичних подорожей, що впливає на рівень життя та розвиток соціальних зв'язків [3].

Інфраструктура транспорту та її вплив на ефективність перевезень є вкрай важливою складовою ефективності перевезень є транспортна інфраструктура, яка включає дороги, залізничні колії, аеропорти, порти, транспортні вузли тощо. Якість та сучасність інфраструктури визначають швидкість і надійність перевезень, а також їх вартість.

Інновації та технології в транспорті значно змінюють спосіб перевезення товарів і пасажирів. Впровадження новітніх технологій, таких як автоматизація, електрифікація транспорту, безпілотні транспортні засоби та використання даних для оптимізації маршрутів, дозволяє значно знижувати витрати, підвищувати ефективність і безпеку перевезень [4].

Екологічні аспекти транспорту визначають його вплив на навколишнє середовище, зокрема через викиди CO₂, шум і забруднення повітря. У зв'язку з цим важливим є розвиток екологічно чистих видів транспорту, таких як електричні транспортні засоби, а також підвищення енергоефективності і впровадження «зелених» технологій [5].

Соціальний вплив транспорту проявляється у забезпеченні мобільності і доступності для населення, а й має соціальний аспект, оскільки дозволяє знижувати рівень соціальної ізоляції, забезпечує рівні можливості для різних груп населення та сприяє розвитку туризму й культурного обміну [6].

Майбутні перспективи розвитку автомобільного транспорту охоплюють численні інновації, технологічні досягнення та соціальні зміни, які змінюють саме поняття транспортних перевезень.

З огляду на глобальні екологічні виклики та необхідність зниження викидів CO₂, електричні автомобілі стають все більш популярними. Прогнози вказують на поступове збільшення частки електричних транспортних засобів на ринку, а також розвиток інфраструктури для зарядки (швидких зарядних станцій, зарядних мереж для домашнього використання). Крім того, очікується вдосконалення батарей, що дозволить збільшити дальність ходу електричних автомобілів.

Автоматизація транспортних засобів є одним із найбільших досягнень у галузі автомобільного транспорту. Технології автономного водіння, які використовують штучний інтелект, датчики та системи навігації, можуть значно знизити кількість дорожніх аварій, підвищити безпеку та зручність перевезень, а також оптимізувати дорожній рух. У майбутньому безпілотні автомобілі можуть стати звичним елементом інфраструктури, зокрема для вантажних перевезень і пасажирського транспорту [7].

Важливим напрямком є інтеграція автомобільного транспорту з іншими видами транспорту, такими як залізничний, авіаційний, водний і міський. Використання мультимодальних систем дозволить забезпечити більш ефективне планування перевезень, знизити витрати і час на транспортування, а також зменшити затори на дорогах.

Розвиток інтелектуальних транспортних систем, які включають технології для автоматичного управління дорожнім рухом, моніторинг трафіку, прогнозування заторів і аварій, а також інтеграцію з іншими транспортними засобами (наприклад, через обмін даними в реальному часі), стане важливою частиною майбутньої інфраструктури. Це дозволить підвищити ефективність використання автомобільних доріг, скоротити час в дорозі та покращити безпеку [8].

У майбутньому очікується збільшення використання альтернативних видів пального, таких як водень, біопаливо, синтетичні палива та інші екологічно чисті джерела енергії. Водневі автомобілі, зокрема, можуть стати популярними завдяки своїй екологічності та ефективності, оскільки водень є чистим джерелом енергії, яке лише викидає пару під час спалювання.

Оскільки зростає усвідомлення важливості екології, автомобільна індустрія фокусується на розробці більш енергоефективних і менш забруднюючих транспортних засобів. Крім того, розвиваються нові технології для зниження шумового забруднення, підвищення енергоефективності двигунів і використання матеріалів, які зменшують вплив на екологію [9].

Враховуючи зміни клімату, автомобільний транспорт ставатиме більш стійким до екстремальних погодних умов. Це означає вдосконалення автомобільних конструкцій для покращення їхньої роботи в умовах високих температур, дощів, снігу або затоплень, що можуть бути частими в результаті кліматичних змін.

Концепція «транспорт як послуга» полягає в інтеграції різних видів транспорту (таксі, автобуси, поїзди, велосипеди) через єдину платформу, що дає користувачам можливість планувати свої поїздки, бронювати транспорт і оплачувати послуги через мобільні додатки. Такий підхід значно спрощує процес переміщення містом і дає змогу зменшити залежність від приватного автомобіля.

Таким чином, роль транспорту в ефективному перевезенні товарів та пасажирів є багатогранною і охоплює економічні, технологічні, соціальні та екологічні аспекти. Ефективна транспортна система є основою для економічного розвитку країни, зниження витрат, поліпшення мобільності населення та забезпечення сталого розвитку.

Майбутнє автомобільного транспорту буде визначатися технологічними інноваціями, розвитком екологічних та стійких рішень, інтеграцією з іншими видами транспорту та значним впливом на інфраструктуру «розумних» міст. Усе це дозволить створити більш ефективну, безпечну та екологічно чисту транспортну систему, що відповідатиме вимогам сучасності і сприятиме сталому розвитку.

1. Транспорт, його роль у національній економіці та формуванні світового господарства. Види транспорту, їхні переваги та недоліки. *На Урок* : вебсайт. URL: <https://naurok.com.ua/transport-yogo-rol-u-nacionalniy-ekonomici-ta-formuvanni-svitovogo-gospodarstva-vidi-transportu-hni-perevagi-ta-nedoliki-283989.html> (дата звернення: 20.03.2025).
2. Овчар П. А., Голубка С. М. Автомобільний транспорт в контексті формування структури національної економіки. *Науковий вісник Мукачівського державного університету*. 2018. Вип. 1(9). С. 18–25. URL: [https://economics-msu.com.ua/web/uploads/pdf/Scientific%20Bulletin%20of%20MSU.%20Series%20Economics_2018_Issue_1\(9\)_18-25.pdf](https://economics-msu.com.ua/web/uploads/pdf/Scientific%20Bulletin%20of%20MSU.%20Series%20Economics_2018_Issue_1(9)_18-25.pdf) (дата звернення: 20.03.2025).
3. Кузькін О. Ф. Аналіз розвитку та рівня якості послуг громадського транспорту Запоріжжя. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Сер. Технічні науки*. 2018. Том 29 (68). № 2. 2018308. URL: https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/2_2018/54.pdf (дата звернення: 20.03.2025).
4. Марінов Є. А. Інноваційні технології у транспортній логістиці: економічний потенціал і виклики впровадження. *Академічні візії*. 2024. Вип. 30. С. 1–14. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/download/1367/1250/1268>. (дата звернення: 20.03.2025).
5. Екологічні аспекти автотранспортного комплексу : монографія / І. Е. Линник, О. І. Лежнева, Є. В. Дорошко та ін. Харків : Видавництво «Смугаста типографія», 2020. 194 с.
6. Литовченко І. В. Левченко А. О. Транспорт як об'єкт соціологічного аналізу. *Габітус*. 2023. Вип. 53. С. 35–39. URL: <http://habitus.od.ua/journals/2023/54-2023/5.pdf>. (дата звернення: 20.03.2025).
7. Yuri Svitlyk. Безпілотні автомобілі: чи довго ще чекати на революцію? Root-Nation.com : вебсайт. URL: <https://root-nation.com/ua/cars-ua/car-articles-ua/ua-self-driving-cars-revolution/>. (дата звернення: 20.03.2025).
8. Ключев С. О., Сігонін А. Є., Цимбал С. В. Розвиток інтелектуальних транспортних систем. *Вісник машинобудування і транспорту*. 2023. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-80-86>
9. Венжега В. І., Пасов Г. В. Зменшення впливу автомобільного транспорту на довкілля. *Технічні науки та технології*. 2020. Вип. 4(18). С. 28–35. URL: <http://tst.stu.cn.ua/article/view/200339>. (дата звернення: 20.03.2025).

УДК 621.793

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ НАПЛАВЛЕННЯМ ПІД ФЛЮСОМ

Корчуганов Володимир
студента 5 курсу, група 133тс-24м-01

**Науковий керівник – д.т.н., доц. Рибалко І. М.,
к.т.н., доц. Тіхонов О. В.**

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

Для відновлення колінчастих валів наплавленням під флюсом в даний час застосовуються різні технологічні варіанти, але всі вони мають певні недоліки [1–7].

Варіант 1. Наплавлення за технологією проводиться пружинним дротом II класу або наплавним дротом Нп-80 під легуючим флюсом, що складається (за вагою) з флюсу АН-348А – 93% ферохрому Хр6 – 2,5%, графіту – 2%; рідкого скла – 2,5%.

Варіант 2. Наплавлення за технологією проводиться пружиною дротом II класу або наплавним дротом Нп-80 під флюсом АН-348А з подальшою високотемпературною відпусткою в печі протягом 2 годин при температурі 650°C, механічною обробкою, загартуванням ТВЧ і подальшим шліфуванням.

Варіант 3. Наплавлення за технологією проводиться поліпшеним легованим дротом Нп-30ХГСА під флюсом АН-348А з подальшою нормалізацією в печі при температурі 860°–920° С з 20-ти хвилинною витримкою після нагрівання, механічною обробкою, загартуванням шийок на установці.

Варіант 4. Наплавлення за даним варіантом проводиться пружинним дротом II класу або наплавочним дротом Нп-80 під легуючим флюсом, що складається (за вагою) з 92% флюсу АН-348А, ферохрому Хр 6 – 5%, рідкого скла – 3.

На підставі досліджень структури, твердості та хімічного складу наплавленого металу можна виділити таке.

Шийки колінчастих валів, відновлених за наведеними вище варіантами наплавленням під шаром флюсу, має достатню твердість (таблиця).

Таблиця

Твердість наплавленого матеріалу для різних варіантів відновлення

Варіант відновлення	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4
Середня твердість, HRC	57	54	48	55
Розкид твердості	55–62	53–55	47–49	54–57

Мікроструктура металу, наплавленого за варіантами 1 і 4 – великогольчастий мартенсит (рис. 1, 4); метал, наплавлений за варіантом 2, має структуру дрібноголчастого мартенситу (рис. 2), а наплавлений за варіантом 3 – вельми дрібноголчастого мартенситу (рис. 3).

Найбільша кількість технологічних дефектів зустрічається у металі, наплавленому за варіантом 1. Найменша кількість дефектів у металі, наплавленому за варіантом 3.

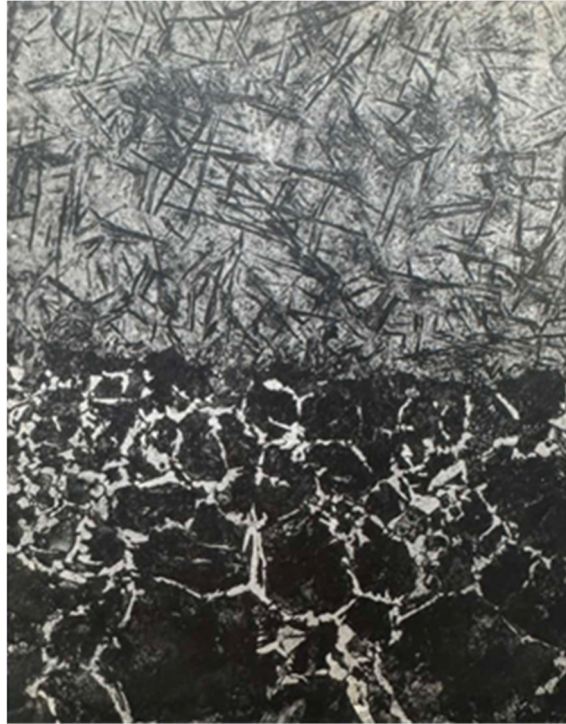


Рис. 1. Структура металу, наплавленого за варіантом 1, $\times 340$

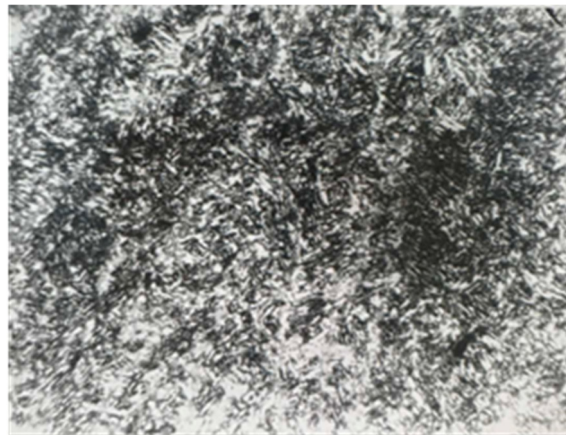


Рис. 2. Структура металу, наплавленого за варіантом 2 без бермообробки, $\times 450$

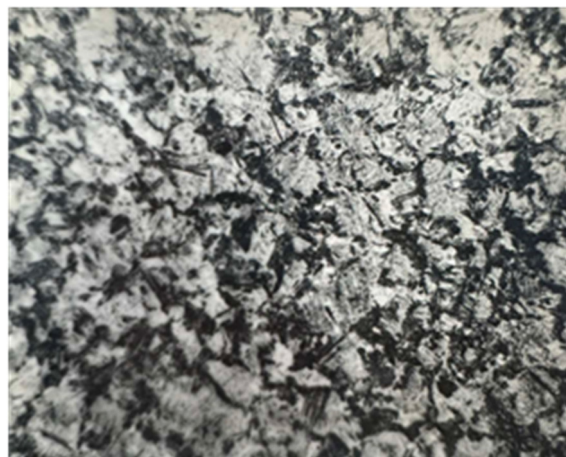


Рис. 3. Структура металу, наплавленого за варіантом 3, після нормалізації та загартування ТВЧ, $\times 340$



Рис. 4. Структура металу, наплавленого за варіантом 4, в середній частині шва, $\times 340$

У зоні термічного впливу при наплавленні утворюється структура відманштеттової будови до 4 балів. Операції термічної обробки усувають цю структуру (у варіантів 2 та 3). Наявність такої структури має суттєво знизити механічні характеристики основного металу в зоні перегріву.

За хімічним складом наплавлений метал значно відрізняється від основного металу. У самому наплавленому металі спостерігається деяка неоднорідність у розподілі легуючих елементів перерізу.

Для уточнення величини хімічної неоднорідності необхідне докладніше дослідження характеру розподілу елементів у наплавленому металі та в лінії сплавлення.

1. Технологія ремонту машин та обладнання : навч. посіб. / О. І. Сідашенко, О. В. Тіхонов, С. О. Лузан та ін. Харків : ХНТУСГ, 2017. 361 с.
2. Ремонт машин та обладнання : підручник / за ред. проф. О. І. Сідашенко, О. А. Науменка. Київ : Агроосвіта, 2014. 665 с.
3. Теоретичні основи та технологічні процеси відновлення деталей машин : навч. посіб. / М. І. Черновол, І. В. Шепеленко, І. Ф. Василенко, М. В. Красота, О. В. Тіхонов, О. А. Науменко, І. М. Рибалко. Харків : «Діса плюс», 2025. 347 с.
3. Ймовірна модель показників деформування колінчастих валів унаслідок відновлення їхніх шийок наплавленням. / Г. С. Гудз, М. І. Герис, І. Я. Захара, М. М. Остащук. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29, № 5. С. 93–96.
4. Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Терехов Д. А. Розробка параметрів технології попередньої обробки колінчастих валів перед плазмовим наплавленням. *Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 1 грудня 2022 року м. Харків. С. 116.
5. Терехов Д. А., Рибалко І. М. Дослідження технології відновлення колінчастих валів плазмовим методом. *Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті : XIX-й Міжнародний форум молоді* : зб. матеріалів форуму. Харків : ДБТУ, 2023. С. 146.
6. Дьомін А. Ю., Тимофєєва Л. А. Підвищення працездатності відновлених колінчастих валів. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті* : науково-технічний журнал. 2014. № 1. С. 41–43.
7. Паніна В. В., Дашивець Г. І., Новік О. Ю. Обґрунтування вибору обладнання для раціонального способу відновлення колінчастого валу. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України* : зб. наук. праць (21 листопада 2019). Ніжин, 2019. С. 273–280.

УДК 656

ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кочетов Максим, Случик Мар'ян
студенти 1 курсу, група ТТ-11інт

Науковий керівник – к.т.н. доц. Хітров І. О.

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

Спеціалізовані транспортні засоби відіграють ключову роль у вантажних перевезеннях, забезпечуючи ефективність, безпеку та економічність перевезень різних видів вантажів. Використання таких засобів дає змогу оптимізувати логістичні процеси, мінімізувати ризики пошкодження вантажів і підвищити продуктивність перевезень.

Розрізняють такі види спеціалізованих транспортних засобів [1–2]:

- самоскиди – використовуються для перевезення сипучих вантажів (гравій, пісок, ґрунт) та оснащені механізмом для швидкого вивантаження;
- автоцистерни – призначені для транспортування рідин, газів і хімічних речовин, забезпечуючи їхню герметичність та безпечне перевезення;
- рефрижератори – транспортні засоби з холодильними установками, що дозволяють перевозити швидкопсувні продукти при контрольованій температурі;
- фургони з ізоtermічними кузовами – підтримують стабільну температуру всередині вантажного відсіку, що важливо для збереження якості товарів;
- лісовози – використовуються для перевезення деревини та оснащені спеціальними кріпленнями для безпечного транспортування;
- автовози – транспортні засоби для перевезення легкових і вантажних автомобілів, що забезпечують надійну фіксацію машин під час руху;
- контейнеровози – призначені для перевезення стандартних контейнерів, що значно спрощує логістичні операції та пришвидшує завантаження/розвантаження;
- платформи для габаритних вантажів – використовуються для транспортування важкої техніки, будівельних конструкцій та інших великогабаритних об'єктів.

Переваги використання спеціалізованих транспортних засобів очевидні:

- підвищена ефективність перевезень – оптимізація використання вантажного простору та скорочення часу на завантаження/розвантаження;
- безпека вантажу – спеціальне обладнання дозволяє запобігти пошкодженню товарів;
- зменшення логістичних витрат – економія пального, мінімізація простоїв транспорту та скорочення витрат на ремонт;
- можливість транспортування специфічних вантажів – безпечне перевезення небезпечних, швидкопсувних та інших особливих вантажів.

Таким чином, використання спеціалізованих транспортних засобів є важливою складовою сучасної логістики. Вони сприяють підвищенню ефективності вантажних перевезень, забезпеченню безпеки товарів та зниженню експлуатаційних витрат. Розвиток транспортних технологій і впровадження новітніх інженерних рішень у цій сфері дозволяє покращити якість перевезень та задовольнити потреби різних галузей економіки.

1. Про автомобільний транспорт : Закон України від 05.04.2001 р. N 2344-III. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/TM029236> (дата звернення: 20.03.2025).

УДК 656.1

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ НА ТРАНСПОРТНІ ПОСЛУГИ

Мельник Василь

магістр 1 курсу, група ТТ-51м

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

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

Транспортні системи є важливою складовою будь-якого міста, які забезпечують ефективне виконання повсякденних поїздок мешканців. Однак для забезпечення сталого розвитку та ефективного управління транспортним попитом необхідно застосовувати моделі, що базуються на сучасних ІТ-інструментах. Моделі попиту на транспорт дають змогу не тільки оцінити поточний рівень потреби в транспортних послугах, але й здійснити їх прогнозування на кілька десятиліть уперед. Сучасні моделі охоплюють не лише основні магістралі, а й всю транспортну інфраструктуру, включаючи громадський транспорт, велосипедні доріжки та тротуари. Однак через постійні зміни в інфраструктурі ці моделі часто потребують оновлень, що ускладнює їх точність.

Система управління попитом на транспортні послуги забезпечує централізоване керування моделями, що дозволяє ефективно збирати, синхронізувати та оновлювати транспортні дані. Це не тільки підвищує точність прогнозів, а й сприяє покращенню взаємодії між різними зацікавленими сторонами, від планувальників до громадськості. Ключовими функціями системи є збір та синхронізація даних про транспортні потоки і інфраструктуру, підтримка процесів планування та проектування транспортної інфраструктури, а також залучення громадян до процесу планування. Система управління попитом на транспортні послуги має низку переваг. Зокрема, низька вартість впровадження, зручність використання, доступність через різні пристрої, а також забезпечення достовірності даних. Така система покращує управління транспортною інфраструктурою, підвищуючи ефективність транспортних послуг і забезпечуючи зручність переміщення для мешканців, туристів та органів влади.

Для ефективного розуміння концепції та функціонування система управління попитом на транспортні послуги, доцільно створити графічну візуалізацію її основних компонентів. Такий підхід дозволить зрозуміти взаємодію між різними елементами та процесами в системі (рисунок).



Рисунок. Схема основних компонентів системи управління попитом на транспортні послуги

Ключові елементи системи відображають взаємодію між різними елементами, такими як збори даних, моделювання попиту, аналіз та прогнозування, а також вплив на управління транспортною інфраструктурою. Як видно з рисунку, система управління попитом на транспортні послуги сприяє залученню громадськості до процесу управління та має низьку вартість впровадження порівняно з іншими рішеннями. Однак, система вимагає регулярних оновлень через зміни в інфраструктурі міста, а її ефективність значною мірою залежить від якості та актуальності зібраних даних.

Таким чином, система управління попитом на транспортні послуги є важливим інструментом для ефективного планування та координації транспортної інфраструктури, що забезпечує точність прогнозів та інтеграцію з іншими системами. Вона сприяє сталому розвитку міського транспорту, покращує якість послуг і підтримує активну участь громадян у процесі планування.

1. Давідіч Ю. О., Фалецька Г. І. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання транспортних систем» (для магістрів усіх форм навчання спеціальності 275 – Транспортні технології) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 71 с.

2. Никончук, В. М. Дослідження системи транспортного обслуговування пасажирів за показниками якості. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки* : зб. наук. пр. 2022. Вип. 5 (36). Ч. 2. С. 246–253.

3. GIZ. Управління попитом на транспорт: підхід до сталого розвитку транспорту. 2009. URL: <https://surl.li/mdgcvj>. (дата звернення: 20.03.2025).

УДК 656.13

АНАЛІЗ АВАРІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В УКРАЇНІ

Мельничук Костянтин
студент 5 курсу, група ТТ-51м

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

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

Безпека дорожнього руху є важливою складовою суспільного життя, оскільки рівень аварійності та травматизму безпосередньо впливає на соціально-економічний розвиток країни. В Україні ця проблема набула особливої гостроти у зв'язку з воєнними діями, які спричинили руйнування інфраструктури, зміну транспортних потоків та зниження рівня контролю за дорожнім рухом [1]. Дослідження тенденцій аварійності, смертності та травматизму в Україні є важливим для розробки ефективних заходів щодо їх зменшення.

Для вирішення даної проблеми необхідно провести оцінку змін рівня дорожньо-транспортних пригод, травматизму та смертності в Україні. Особлива увага приділяється виявленню основних тенденцій і факторів впливу, що дозволить визначити ефективні заходи щодо мінімізації негативних наслідків [2].

Безпека дорожнього руху є багатокомпонентним явищем, яке охоплює правові, технічні та соціальні аспекти. Відповідно до досліджень Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), основними факторами, що впливають на рівень аварійності, є швидкість руху, використання засобів пасивного захисту (ремені безпеки, дитячі крісла), технічний стан доріг та транспортних засобів, поведінка учасників дорожнього руху.

У період воєнного стану до цих факторів додалися нові виклики, зокрема, переміщення великої кількості населення, збільшення навантаження на дорожню інфраструктуру, пересування військової техніки, зменшення контролю за дотриманням правил дорожнього руху. На основі даних Національної поліції України та Офісу Генерального прокурора було виявлено такі тенденції (рис. 1).

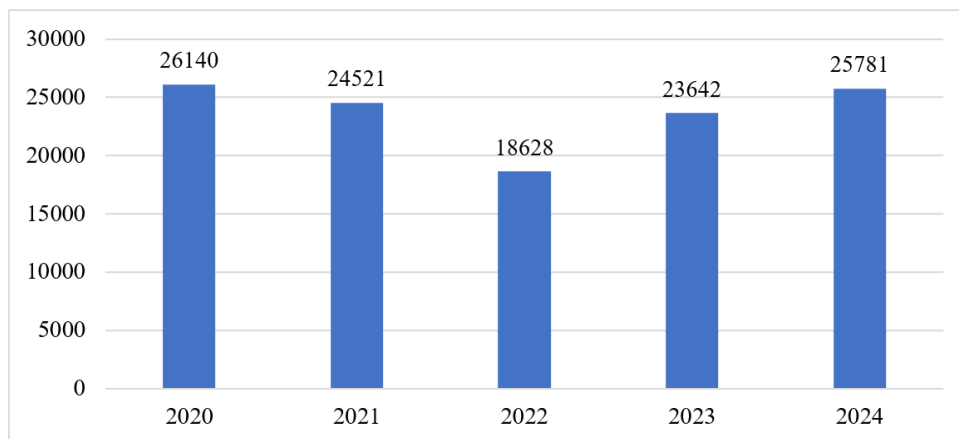


Рис. 1. Загальна кількість ДТП по Україні [3]

Оцінка загальної кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в Україні за період 2020–2024 років свідчить про зміну динаміки аварійності. У 2022 році зафіксовано найменшу кількість ДТП (18628), що, ймовірно, пов'язано з повномасштабним вторгненням,

обмеженнями дорожнього руху та зменшенням транспортного потоку. Починаючи з 2023 року, спостерігається тенденція до зростання кількості ДТП – 23 642 у 2023 році та 25 781 у 2024 році, що свідчить про відновлення активності транспортної інфраструктури та збільшення інтенсивності руху.

Разом із загальним збільшенням кількості ДТП відзначається і зростання аварій із потерпілими, що підтверджує негативну тенденцію щодо рівня безпеки на дорогах (рис. 2).

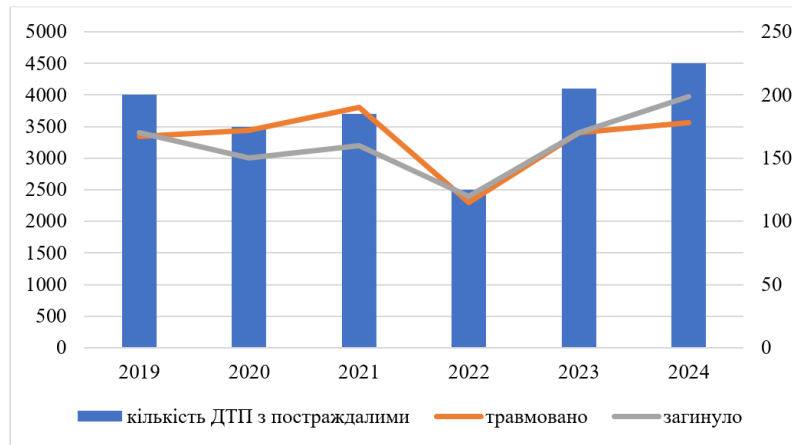


Рис. 2. Кількість ДТП з травмованими та загиблими по Україні [3]

Аналіз дорожньо-транспортних пригод (ДТП) з постраждалими у 2019–2024 роках свідчить про значні коливання показників аварійності. Найменша кількість ДТП з постраждалими була зафіксована у 2022 році (2500 випадків), що може бути пов'язано з воєнним станом в Україні, зниженням мобільності населення та обмеженнями дорожнього руху. Натомість у 2024 році зафіксовано найвищий показник – 4500 аварій, що свідчить про відновлення інтенсивності дорожнього руху [3].

Кількість травмованих осіб коливалася в межах 115–190 випадків на рік, з найменшим значенням у 2022 році та поступовим зростанням у 2023–2024 роках. Кількість загиблих також демонструє тенденцію до зростання – з 120 випадків у 2022 році до 199 у 2024 році, що є найвищим показником за аналізований період.

Проведені аналітичні дослідження підтверджують погіршення ситуації з безпекою дорожнього руху в Україні, особливо у воєнний період.

Основними напрямками покращення ситуації є:

- посилення контролю за дотриманням правил дорожнього руху;
- модернізація дорожньої інфраструктури;
- підвищення заходів безпеки для дітей на дорогах;
- продовження інформаційних кампаній щодо використання ременів безпеки та засобів пасивного захисту;
- розробка нових стратегій адаптації дорожнього руху до умов воєнного та післявоєнного періодів.

Враховуючи виклики, пов'язані з війною, забезпечення безпеки на дорогах має бути частиною загальної системи громадської безпеки країни.

1. Никончук В., Хітров І., Пашкевич С. Оптимізація управління світлофорним регулюванням на дорожніх перехрестях. *Innovative Technologies in Transportation Engineering*. 2024. Вип. 1(1). С. 5–14. URL: https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/conf_avto/article/view/1388. (дата звернення: 20.03.2025).

2. Никончук В. М., Хітров І. О., Пашкевич С. М., Кристочук М. Є. Теорія та практика розвитку транспортної системи та об'єктів транспортної інфраструктури : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2024. 172 с.

3. Патрульна поліція України. *Статистика*. Патрульна поліція України. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>. (дата звернення: 20.03.2025).

УДК 629.3

ПЕРША ПОЯВА ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ, ЙОГО ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ В СУЧАСНИХ РЕАЛІЯХ

Мельничук Костянтин
студент 5 курсу, група ТТ-51м

Науковий керівник – к.т.н. доц. Хітров І. О.

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

Фундатором екологічного транспорту став Густав Труве французький інженер-електрик і винахідник 19 століття [1]. У 1880 році Труве покращив ефективність невеликого електродвигуна, розробленого компанією Siemens, і використовуючи власну розроблену акумуляторну батарею, встановив його на англійський трицикл Джеймса Старлі (рис. 1). У 1881 році він презентував у Парижі перший триколісний електромобіль, який розвивав швидкість в 12 км/год при запасі ходу 14–26 км. У публіки такий винахід викликав змішані відчуття, власне у ті часи подібні наукові відкриття завжди сприймали неоднозначно, від нього були усі в захваті або висміювали його. На той момент технології тільки розвивалися і потужність батарей не дозволяла набирати великої швидкості і не забезпечувала великий запас ходу [2].

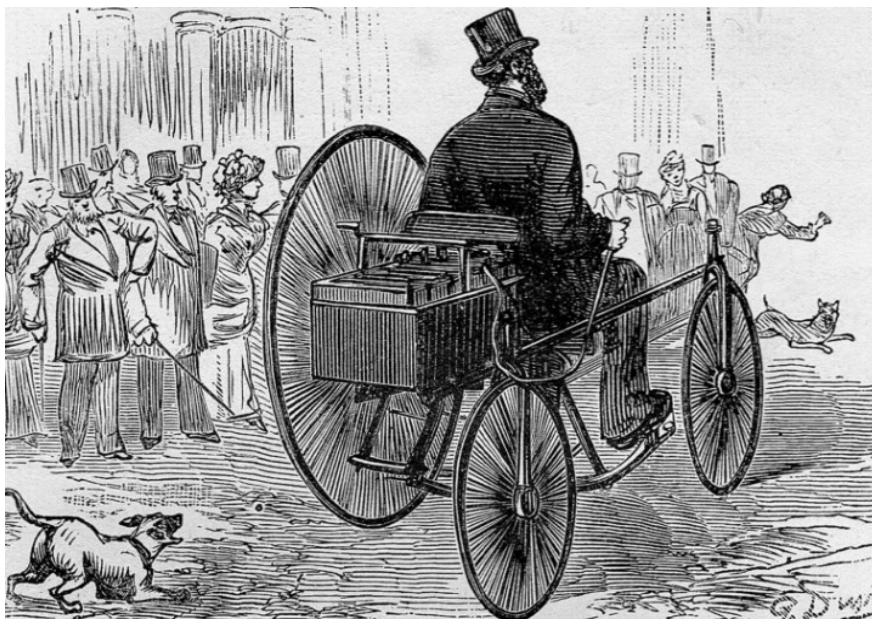


Рис. 1. Триколісний електромобіль Густава Труве на виставці в Парижі [3]

На сьогоднішній день електромобіль є поширеним явищем і навіть звичайною буденністю. З розвитком технологій сучасна їхня потужність дозволяє набирати, за малий період часу, велику швидкість, а також має значний запас ходу, що дозволяє навіть встановлювати електродвигуни на комерційний транспорт, який має велику масу і необхідність перевозити вантаж на далекі відстані. Одна з таких вантажівок – «Mercedes-Benz eActros 600» [4], яка здатна проїхати з вантажем до 22 тонн і приблизно 500 км, звичайно в залежності від температури навколишнього середовища, яка має невеликий вплив на запас ходу (рис. 2).



Рис. 2. Електровантажівка «Mercedes-Benz eActros 600» [4]

Електрокари мають, порівняно з автомобілями з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) набагато економічніший розхід, якщо на 100 км пробігу середньостатистичному легковому електромобілю необхідно 10–20 кВт-год /100 км (43 грн–86 грн), тоді як авто з ДВЗ приблизно в середньому (8–12 л/100 км) в грошовому еквіваленті (470–590 грн/100 км), беручи до уваги змішаний цикл їзди [5]. Отже можна спостерігати значну різницю грошових витрат на 100 км пробігу, майже на 80–90% економніше їздити на електромобілях. Електрокари також не мають шкідливого впливу на атмосферу не викидаючи в повітря отруйні гази, особливо це актуально в великих і малих містах, де викиди з автомобілів є великою проблемою.

При всіх перевагах електромобілів, вони мають свої значні недоліки, навіть при великому поширенні на ринку, їхня ціна все ще залишається доволі високою і вони є недоступними для певної кількості людей. Також постає проблема з використаними акумуляторами, які в великій своїй частці неможливо використовувати повторно і вони потребують утилізації, сам же процес утилізації є дуже складним і потребує значних вкладень ресурсів і фінансів в виробництво по переробці. Проблеми з переробкою батарей, потреби в більшому споживанні енергії ставлять частково під сумнів екологічність використання електрокарів, тільки якщо людство повністю перейде на альтернативні джерела енергії та буде перероблювати всі використані вже акумулятори ці сумніви зникнуть.

1. Перший електромобіль у світі: історія та сучасність. *Авто світ* : вебсайт. URL: <https://auto-svit.in.ua/pershyi-elektromobil/>. (дата звернення: 20.03.2025).
2. George Barral. L'histoire d'un inventeur: Exposé des découvertes et des travaux de M. Gustave Trouve dans le domaine de l'électricité. Paris : Georges Carré, 1891. 610 p.
3. Електрокари проти бензину: як у XX столітті в Європі стався бум електромобілів та які перспективи тепер. *5 канал* : вебсайт. URL: <https://www.5.ua/svit/chomu-elektromobili-na-pivtora-stolittia-buly-autsaideramy-246529.html>. (дата звернення: 20.03.2025).
4. Новий eActros 600 – переможець конкурсу International Truck of the Year 2025. Mercedes Benz : вебсайт. URL: <https://www.mercedes-benz-trucks.com/ua/uk/trucks/eactros-600.html#safety>. (дата звернення: 20.03.2025).
5. Порівняння електромобіля з автомобілем ДВЗ. Атлант Моторз Енерджі : вебсайт. URL: <https://atlantenergy.com.ua/porivnyannya-elektromobilya-z-avtomobilem-dvz/>. (дата звернення: 20.03.2025).

УДК 656.13

РОЛЬ АКУСТИЧНОЇ РОЗМІТКИ В БЕЗПЕЦІ РУХУ НА ДОРОЗІ

Мельничук Костянтин
студент 5 курсу, група ТТ-51м

Науковий керівник – к.т.н. доц. Хітров І. О.

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

Дорожня розмітка є важливою складовою дорожньої інфраструктури, і невід’ємним елементом в регулюванні дорожнього руху [1]. Розмітки мають вплив на безпеку водіїв і пішоходів, забезпечують порядок на дорогах, сприяють зладженому руху, знижують рівень аварійності. Також призначені для передачі всім учасникам дорожнього руху певної визначеної інформації для кращої орієнтації під час руху і зупинки на дорозі, розмежовують смуги руху, зони паркування, місць для зупинки, тощо [2]. Розмітки є різного кольору, розміру і типу відповідно до потреб і місця ділянки на яку вони будуть нанесені. Також розмітки можуть бути постійними і тимчасовими відповідно до обставин.

Однією з дорожніх розміток яка забезпечує безпеку руху, і має особливе значення, є акустична рельєфного типу. Вона являє собою спеціальний тип розмітки смуги (рис. 1), яка наноситься на узбіччях товстим шаром матеріалу з використанням спеціальних гранул, її наносять на небезпечні ділянки дороги, зазвичай це автомагістралі, небезпечні повороти, з’їзди, тунелі, перед пішохідними переходами [3].

Акустична дорожня розмітка – це звукоутворюючі матеріали, нанесені на проїжджу частину, які виробляють звук, коли вони контактують із шинами транспортних засобів, що рухаються [4]



Рис. 1. Шумова дорожня розмітка перед пішохідним переходом [4]

Актуальною проблемою на швидкісних ділянках дороги є втома водіїв від довгих маршрутів, від якої водій може втрачати пильність на дорозі а також навіть заснути. Для того щоб цьому запобігти наносять шумову розмітку (рис. 2) [5].



Рис. 2. Акустична розмітка на трасі [5]

Використання шумових смуг для руху допомагає водіям підвищити уважність, особливо в нічний час, і прокинутися від звуку та вібрацій (якщо водій все ж таки заснув за кермом), відповідно зменшує кількість аварійних випадків на дорозі [6].

Тому використання шумових смуг на дорогах є рекомендаційною нормою, яка стосується нового будівництва, реконструкції або їх капітального ремонту.

1. Дорожня розмітка – невід’ємна частина сучасної транспортної інфраструктури. *Безпека доріг* : вебсайт. URL: <https://bezpekadorig.com.ua/dorozhnya-rozmitka-nevid-yemna-chastyna-suchasnoyi-transportnoyi-infrastruktury>. (дата звернення: 20.03.2025).
2. Литвиненко Т. П. та ін. Благоустрій автомобільних доріг та вулиць. Львів : Кондор, 2022. 272 с.
3. Шумова смуга. *Вікіпедія* : вебсайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%81%D0%BC%D1%83%D0%B3%D0%B0. (дата звернення: 20.03.2025).
4. Erik van Gils, Fred Reinink. Acoustic properties of road markings : Report. URL: <https://mp.nl/sites/default/files/2020-01/RGPO15021.020516.pdf> (дата звернення: 20.03.2025).
5. Rumble strips: what are they used for? *Driving tests* : вебсайт. URL: <https://www.drivingtests.co.nz/resources/rumble-strips-what-are-they-used-for/>. (дата звернення: 20.03.2025).
6. Ujvári M., H. J. Baagøe, and A. B. Madsen. Effectiveness of Acoustic Road Markings in Reducing Deer-Vehicle Collisions: A Behavioural Study. *Wildlife Biology*. 2024. Vol. 10, № 2. Pp. 155–159.

УДК 631.31; 621.793

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЛЕМІШІВ ПЛУГІВ ПРИВАРКОЮ КОМПЕНСУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ РІЖУЧОЇ ЧАСТИНИ

Мороз Михайло

студента 5 курсу, група 133тс-24м-01

**Науковий керівник – к.т.н., доц. Тіхонов О. В.,
д.т.н., доц. Рибалко І. М.**

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

Виробники сільськогосподарської продукції при придбанні техніки пріоритет віддають машинам з найбільшим ресурсом. За цим параметром вітчизняна ґрунтообробна техніка в значній мірі поступається закордонним аналогам. Працездатність таких технічних систем в основному регламентується ресурсом деталей робочих органів. Потрібно відзначити, що напрацювання на відмову цих виробів вітчизняного виробництва, значно нижче ввозяться з-за кордону, ресурс імпортованих лемішів в 6–8 разів вище вітчизняних.

Одним з методів збільшення довговічності є заміна гранично зношеного долота на нове шляхом його приварювання із застосуванням методу термозміцнення компенсуючого елемента. Така технологія дозволяє використовувати листи ресор, які втратили свою жорсткість в процесі експлуатації, але зберегли досить високу твердість [1–4].

Працездатний стан вітчизняних суцільнометалевих плужних лемішів при оранці на супіщаних і суглинних ґрунтах регламентується освітою променевидного зносу долотоподібної області і затупленням заглубляючої частини. Із загальної кількості знятих з експлуатації деталей 84% мають перший дефект і більше 30% – другий. Придбання цих вад відбувається при незначному напрацюванні до відмови (3–7 га), що пов'язано, перш за все, з високою зношується здатністю ґрунту і невисокими властивостями по зносостійкості матеріалів таких деталей.

Отже, при розробці та проведенні відновлення леміші з використанням вторинної сировини листів ресор слід враховувати ширину променевидного зносу дорівнює 21–76 мм, що впливає на підбір листів для виготовлення компенсують зноси. Діапазон розмірів листів по ширині відповідає вантажних автомобілів 55–100 мм. Це говорить про придатність більшості ресорних листів для застосування при відновленні лемішів.

Товщина ресор знаходиться в межах 6–18 мм. З огляду на, що товщина леміші в стані поставки становить 8–10 мм, а мінімально допустима 5 мм, товщина використовуваних ресорних листів повинна знаходитися приблизно в таких же межах. У цьому випадку за даним розміром придатні (з деяким допуском) ресори автомобілів УАЗ, частково ГАЗ, ЗІЛ, і причепа 2ПТС-4.

Середнє значення твердості вилучених листів ресор становить 44 HRC, що не можна вважати прийнятним з точки зору абразивної зносостійкості. При цьому потрібно зазначити, що ресорно-пружинні сталі мають великий потенціал збільшення тріботехнічних показників і, зокрема, стійкості до впливу абразивного середовища. Тому проводилася серія пробних експериментів, спрямованих на виявлення можливостей підвищення їх показників по твердості попередньо термозміцнених сталей 65Г, 60С2 і 50ХГА.

Досліди, відповідно до методики досліджень, здійснювалися в три етапи. Перший – попередньо відпалені зразки із сталей 65Г, 60С2 і 50ХГА гартувалися з температури 870° С шляхом їх охолодження в воді. Другий – зразки із сталей 65Г, 60С2 і 50ХГА в початковому

стані гартувалися в воді і маслі МГ-10 з різних температур. Третій – проводилася гарт стали 60С2 з температури 870° С і наступний відпустку від $t = 100^\circ \text{C}$ до $t = 600^\circ \text{C}$ з кроком 100° С (рис. 1, 2). Повторна зміцнююча термічна обробка шляхом гарту і середнього відпуску певною мірою все ж підвищує твердість зразків.

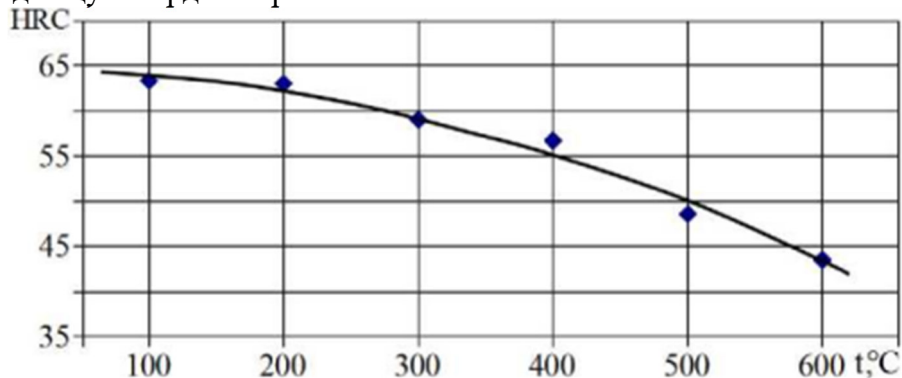


Рис. 1. Вплив температури гарту і відпуску на твердість попередньо термозміцненої сталі 60С2

Отже, повторна зміцнююча термічна обробка шляхом гарту і середнього відпуску певною мірою все ж підвищує твердість зразків.

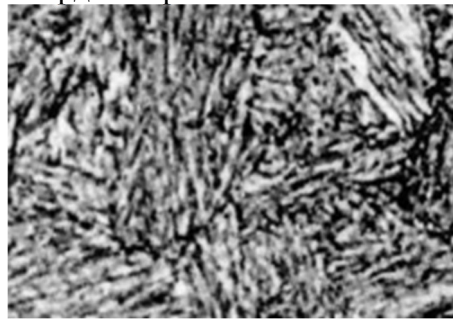


Рис. 2. Мікроструктура сталі 60С2 після повторної гарту у воді з температурою 870° С і наступному відпуску з температури 400° С (бейніт), (×500)

Виконані експерименти дозволили виявити такі особливості повторної термообробки раніше термозміцнених ресорно-пружинних сталей та дозволяють зробити висновки:

перше – попередній відпал чинить негативний вплив на приріст твердості при подальшому термозміцненні;

друге – гарт в маслі і воді позитивно впливає на збільшення HRC, причому температура ТО, з якої починається помітне зростання твердості, визначається складом сталі – легуючими елементами;

третє – проведення відпуску після гарту не дало нових, раніше невідомих результатів, і при повторній ТО проводити його немає необхідності.

1. Ремонт машин та обладнання : підручник / за ред. проф. О. І. Сідашенко, О. А. Науменка. Київ : Агроосвіта, 2014. 665 с.

2. Теоретичні основи та технологічні процеси відновлення деталей машин : навч. посіб. / М. І. Черновол, І. В. Шепеленко, І. Ф. Василенко, М. В. Красота, О. В. Тіхонов, О. А. Науменко, І. М. Рибалко. Харків : «Діса плюс», 2025. 347 с.

3. Аулін В. В., Тихий А. А. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості і надійності робочих органів ґрунтообробних машин з різальними елементами : монографія. Кропивницький : Вид. Лисенко В.Ф. 2017. 279 с.

4. Тіхонов О. В., Горшков М. В. Результати дослідження на зношування відновлених лемішів. *Сучасні проблеми землеробської механіки* : зб. тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції (17–19 жовтня 2023 року) / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2023. С. 283–285.

УДК 629.113

ДО ОЦІНКИ МАНЕВРЕНОСТІ ДОВГОМІРНИХ АВТОПОЇЗДІВ

Примак Андрій

студент 5 курсу, група АТ-51м

Науковий керівник – к.т.н. доц. Марчук Р. М.

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

Україна, ставши на шлях інтеграції в європейську та світову економічні системи, впроваджує в життя Програму створення і функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів. Завдяки географічному положенню України через її територію проходять чотири із дев'яти транс'європейських транспортних коридорів, в яких велика частка вантажів повинна мати здатність перевозитися багатоланковими автомобільними поїздами. Використання таких автопоїздів повинно бути підтверджено не тільки прогресивним транспортним законодавством, але і вирішенням певних технічних проблем, спрямованих на забезпечення високої продуктивності автопоїздів і всього транспортного потоку. Основними з таких проблем є необхідність забезпечення максимальної відповідності автопоїзда конкретним умовам експлуатації, можливості формування автопоїздів великої вантажопідйомності з наявного рухомого складу без суттєвої зміни його конструкції. В даному випадку, для перевезення вантажів довгомірними автопоїздами чи не найголовнішим показником є маневреність.

Маневреністю автомобільних транспортних засобів (АТЗ) називають сукупність таких властивостей, які забезпечують безперешкодний рух їх по опорній поверхні, яка має обмеження як за площею, так і за формою [1]. Поряд з цим існують розроблені стандарти, що регламентують показники маневреності АТЗ. Так, об'єднаним комітетом конструкторів причепів і напівпричепів країн, що входять у ЄС, встановлена довжина сидельного автопоїзда на рівні 16,5 м, а зовнішній радіус його повороту – 13 м (при внутрішньому – 5,3 м). Водночас, у Директиві і рекомендаціях ЄЕК ООН відзначено, що такий автопоїзд повинен вписатися в поворот, обмежений відповідно радіусами 12,5 і 5,3 м [2]. Тому при комплектації автопоїздів з існуючих причепів і напівпричепів або ж проектуванні нових транспортних засобів необхідно враховувати границю можливого їх використання за маневреністю.

Для поліпшення показників маневреності довгомірного автопоїзда, цю задачу можливо вирішити шляхом зосередження уваги на частоті обертання коліс ведучої та ведених ланок такого автопоїзда в режимах експлуатації та відповідному способі оптимального розподілу гальмівних зусиль між ведучою та веденою ланкою для випадку руху по криволінійній траєкторії з використанням передачі як переднього, так і заднього ходу.

На рисунку зображена блок-схема реалізації запропонованого способу, яка включає в себе давачі частоти обертання коліс правого (Д1) 1 і (Д2) 2 та лівого (Д3) 3 і (Д4) 4 бортів ланок довгомірного автопоїзда, блоку управління (БУ) 5, який подає інформацію про регулювання тиску в гальмівних камерах коліс правого (ГКп) 6 і (ГКп+1) 7 та лівого (ГКм) 8 і (ГКм+1) 9 контуру бортів відповідних ланок такого автопоїзда.

Спосіб забезпечення керованого руху довгомірного автопоїзда здійснюється наступним чином. При русі такого автопоїзда із використанням передачі переднього ходу та повороті наліво, колеса ланок автопоїзда будуть обертатися з різною частотою, лівого борту – повільніше, а правого – з більшою частотою обертання.

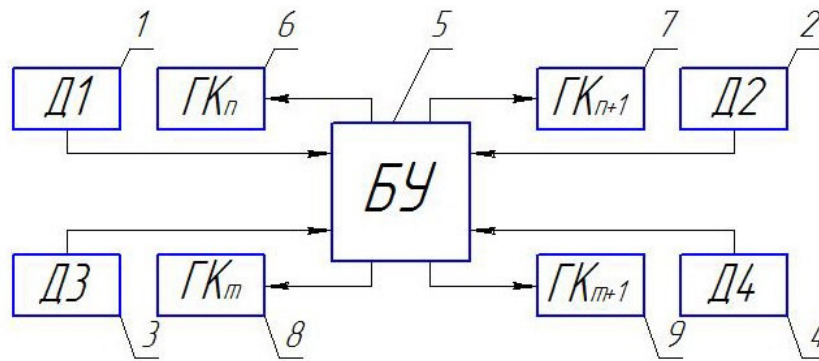


Рисунок. Блок-схема способу забезпечення керованого руху довгомірного автопоїзда

Інформація про зміну частоти обертання коліс від датчиків (Д3) 3 і (Д4) 4 фіксується блоком управління (БУ) 5 і далі керуючий сигнал надходить до гальмівних камер контуру правого борту (ГК_{n+1}) 7 веденої ланки, де за рахунок збільшення тиску, а разом з тим гальмівного моменту, колеса правого борту веденої ланки пригальмовують. При русі автопоїзда із використанням передачі переднього ходу та повороті направо, колеса ланок автопоїзда так само будуть обертатися з різною частотою, правого борту – повільніше, а лівого – з більшою частотою обертання. Інформація про зміну частоти обертання коліс від датчиків (Д1) 1 і (Д2) 2 фіксується блоком управління (БУ) 5 і далі керуючий сигнал надходить до гальмівних камер контуру лівого борту (ГК_{m+1}) 9 веденої ланки, де за рахунок збільшення тиску, а разом з тим гальмівного моменту, колеса лівого борту веденої ланки пригальмовують.

Для випадку руху довгомірного автопоїзда із використанням передачі заднього ходу описаний процес зчитування, обробки інформації та подачі керованих сигналів відбувається по «дзеркальному» принципу, тобто при повороті направо, колеса ланок автопоїзда будуть обертатися з різною частотою, лівого борту – повільніше, а правого – з більшою частотою обертання. Інформація про зміну частоти обертання коліс від датчиків (Д3) 3 і (Д4) 4 фіксується блоком управління (БУ) 5 і далі керуючий сигнал надходить до гальмівних камер контуру правого борту (ГК_n) 6 в даному випадку вже веденої ланки, де за рахунок збільшення тиску, а разом з тим гальмівного моменту, колеса правого борту даної ланки пригальмовують. При повороті наліво колеса ланок автопоїзда так само будуть обертатися з різною частотою, правого борту – повільніше, а лівого – з більшою частотою обертання. Інформація про зміну частоти обертання коліс від датчиків (Д1) 1 і (Д2) 2 фіксується блоком управління (БУ) 5 і далі керуючий сигнал надходить до гальмівних камер контуру лівого борту (ГК_m) 8 також вже веденої ланки, де за рахунок збільшення тиску, а разом з тим гальмівного моменту, колеса лівого борту даної ланки пригальмовують.

При такому способі забезпечення керованого руху довгомірного автопоїзда отримуємо зменшення кута складання його ланок, які будуть переміщуватися по однаковій траєкторії, що в свою чергу сприятиме зменшенню габаритної смуги руху такого автопоїзда незалежно від напрямку та кривизни траєкторії руху, що дозволяє автопоїзду маневрувати по оптимальній траєкторії в обмежених міських умовах, під час здійснення завантажувально-розвантажувальних робіт тощо.

1. Волков В. П. Теорія руху автомобіля. Суми : Університетська книга, 2010. 320 с.

2. DIRECTIVE 2002/7/EC of European parliament and of the council of 18 February 2002 amending Council Directive 96/53/EC of 25 July 1996 laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic. *Official Journal of the European Communities*. 2002. № L67/47-49.

УДК 656.13

ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В УКРАЇНІ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

Римар Надія, студентка 2 курсу, група ТТ-21
Шевчук Христина*, студентка 2 курсу, група МП-22

Науковий керівник – к.т.н. доц. Пашкевич С. М.

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

* ВСП «Рівненський автотранспортний фаховий коледж НУВГП»

В умовах правового режиму воєнного стану рівень дорожньо-транспортного травматизму в Україні залишається критично високим, як через нові фактори ризику, так і через свідоме нехтування учасниками ПДР [1–3]. Рівень дорожньо-транспортного травматизму в Україні залишається високим. У 2023 році кількість ДТП із загиблими/травмованими (23 642 випадки (2023 vs 2022: Загинуло: +9,4% (3 053 особи); Травмовано: +27,5% (29 502 особи)) зросла на 26,9% порівняно з 2022 роком [2], наблизившись до показників до повномасштабного вторгнення РФ. Головні причини ДТП (за опитуванням 2 тис. громадян): Перевищення швидкості (71,5%); Порушення правил маневрування (43,1%); Керування у стані сп'яніння (29,7%) [2].

Вплив війни вносить свої корективи у інфраструктуру, що тягне за собою нові ризики: масове переміщення населення, відключення систем автоматичного контролю швидкості, зміни в ПДР (напр., тимчасовий дозвіл на протерміновані права) [3]. Зростання смертельних ДТП з пішоходами через відсутність освітлення.

Дослідження показують, що основним чинником дорожньо-транспортних пригод є людський фактор, особливо низький рівень правосвідомості водіїв та пішоходів [1;3]. Амбітних цілей національної стратегії щодо зменшення смертності на дорогах неможливо досягти без запровадження комплексного культурного підходу до дисциплінарної поведінки учасників дорожнього руху.

Найвищі показники аварійності зареєстровано в Дніпропетровській (1 737 випадків (9% від загальної кількості) ДТП за 7 місяців 2023 р.), Львівській областях (1 797 випадків (7,6%) ДТП), м. Київ 1 487 випадків (6,3%).

Статистичний портрет (2023–2024 рр.) на прикладі Рівненської ОТГ показують колосальне зростання показників аварійності (табл. 1), зокрема, ключовими тенденціями є різке зростання смертності пов'язане зі збільшенням військового транспорту та нічними переміщеннями населення під час повітряної тривоги. 62% ДТП відбуваються на ділянках з тимчасово відключеним освітленням.

Таблиця 1

Динаміка аварійності

Показник	2023 рік	2024 рік (за 9 міс.)	Зміна
Кількість ДТП	214	229	+7%
Смертельні випадки	38	48	+26%
Постраждали пішоходи	67	84	+25%

2. Новими викликами для Рівненської ОТГ є детермінантність аварійності у 2024 році – вплив відновлення інфраструктури: Несумісність темпів ремонту доріг (напр., Рівне-Луцьк) та контролю за дотриманням ПДР; Відсутність тимчасових знаків на ділянках капремонту;

Збільшення міжнародного вантажо потоку: +40% транзитних фур через Рівненську область [4]; Перевантаженість пунктів вагового контролю.

Міськими особливостями Рівного вважаються «Червоні зони» аварійності:

Перехрестя вул. Соборної та Київської: 18 ДТП за 9 міс. 2024 р.

Ділянка вул. Бандери (від ТРЦ «Європа» до залізничного вокзалу): 27 наїздів на пішоходів.

Порушення з боку кур'єрських служб: 63% ДТП з участю мотоциклів Glovo/Bolt пов'язані з перевищенням швидкості [5].

Топ-3 небезпечними зонами міста є:

1. Вул. Київська (ділянка біля ЦУМу): 18 ДТП за 2024 рік, переважно через ігнорування пішоходами підземних переходів;

2. Перехрестя пр. Миру та вул. Соборної: Аварії з вантажівками через відсутність вагового контролю.

3. Район залізничного вокзалу: Наїзди на евакуйованих осіб, які перетинають колії в невстановлених місцях [6].

Важливими чинниками кризи аварійності є: Вплив воєнного стану: Об'єктивні обмеження: Неможливість планового ремонту доріг через перенаправлення бюджету на оборону; Відключення 40% світлофорів для енергозбереження [4]. Суб'єктивні ризики: Масове порушення комендантської години водіями таксі та кур'єрських служб; Використання автомобілів з пошкодженими фарами для маскування.

Інфраструктурні проблеми: Критичні дефекти: Відсутність огорожень на місцях руйнувань від ракетних ударів (напр., вул. Млинівська); Заборонені парковки на місцях аварійних виїздів через розміщення блокпостів ТРО [5]. Дані соціології: 78% водіїв скаржаться на ями глибиною понад 15 см (джерело: опитування Рівненської ТПП, 2024).

Заходами щодо підвищення безпеки є:

Термінові рішення: Впровадження мобільних радарів з автоматичною фіксацією швидкості на вулицях, порівнюючи досвід Львова показав зниження смертельних ДТП на 22% за 6 місяців. Обов'язкове маркування військового транспорту світловідбивними стрічками. [6]

Стратегічні проєкти (табл. 2):

Таблиця 2

Стратегічні проєкти м. Рівне

Проєкт	Бюджет (млн грн)	Термін	Очікуваний ефект
Реконструкція вул. Бандери	45	2025–2026	Скорочення ДТП на 40%
Встановлення 50 сонячних світлофорів	12	2024–2025	Ліквідація 30% «сліпих зон»

Прикладом песимістичного сценарію може бути зростання смертності до 55 випадків до кінця 2024 року через інтенсифікацію бойових дій. Проте необхідні дії такі як: Створення муніципального фонду екстреного ремонту доріг; Залучення волонтерів для патрулювання шкільних зон; Впровадження AI-систем прогнозування аварій на основі даних про повітряні тривоги можуть знизити деякі показники аварійності. [6]

Головними стратегічними пріоритети для Рівненської області на 2024–2025 рр. є розробка безпечної дороги разом з громадою: «Розумні дороги»: Впроваджуємо сучасні системи автофіксації порушень на трасі Н22 (Корець-Дубно) – щоб кожен водій почувався під наглядом, навіть коли патрульних немає поруч.

Мобільні групи патрульних тепер частіше перевірятимуть кур'єрів – адже безпека посилюється, коли ми працюємо в команді.

Для м. Рівне: Проєкти, які роблять життя комфортнішим «Безпечний перехід» – до 2025 року мають з'явитись 5 нових підземних переходів у найжвавіших місцях. Обмеження швидкості 50 км/год біля шкіл і лікарень. Нові правила – прості і зрозумілі – Згідно з

постановою № 567: Для кур'єрських компаній: У додатках з'явиться автоматичне обмеження швидкості. Для вантажівок: З 7 ранку до 10 вечора важкі фури не їздитимуть центром Рівного.

На що сподіваємося? До кінця 2025 року:

На 15–20% менше трагедій на дорогах – кожен відсоток це десятки врятованих життів!

На 30–35% менше аварій з кур'єрами – GPS-технології стануть нашими помічниками!

Але пам'ятаємо про ризики: бюджет може «втєкти» на оборонні потреби — давайте разом стежити за пріоритетами! Паперова робота іноді гасить ініціативи – подолаємо це швидким плануванням!

Отже, ситуація вимагає синхронізації військових, міських та громадських інститутів. Приклад Рівного демонструє, що навіть в умовах війни системні заходи (як автоматизований контроль швидкості) можуть запобігати до 25% летальних випадків.

1. Шрамко С. С. Оцінка сучасного стану безпеки дорожнього руху в Україні. *Вісник Асоціації кримінального права України*. 2024. № 2(22). С. 338. DOI: <https://doi.org/10.21564/2311-9640.2024.22.315949>

2. Безпека дорожнього руху в Україні під час війни: перемоги та нові виклики. URL: <https://u-cycle.org.ua/news/bezpeka-dorozhn-oho-rukhu-v-ukraini-pid-chas-viyny-peremohy-ta-novi-vyklyky/> (дата звернення: 12.03.2025).

3. Данильченко Ю. Б. Система детермінації правопорушень у сфері безпеки дорожнього руху в Україні. Альманах наукових праць фахівців Науково-дослідного інституту вивчення проблем злочинності імені академіка В. В. Сташиса Національної академії правових наук України за результатами досліджень у 2022 р. / редкол.: В. С. Батиргарєєва, В. І. Борисов, Д. П. Євтеєва та ін. Харків : Право, 2022. 116 с

4. Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України. Звіт за 2024 рік / Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України. 2024. URL: <https://restoration.gov.ua/4489/zvity/72733.html>, вільний. (дата звернення: 12.03.2025).

5. Світовий банк. Оновлена оцінка потреб України на відновлення та відбудову / Світовий банк. 2024. URL: <https://www.worldbank.org/uk/news/press-release/2024/02/15/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released>, вільний. (дата звернення: 12.03.2025).

6. Служба автомобільних доріг у Рівненській області. Новини дорожньої інфраструктури / Служба автомобільних доріг у Рівненській області. 2024. URL: <https://rv.restoration.gov.ua/press/news.html>, вільний. (дата звернення: 12.03.2025).

УДК 629.114

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ АВТОМОБІЛЬНИХ ПОЇЗДІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ КОНТЕЙНЕРІВ

Рудик Юрій

студент 5 курсу, група АТ-51м

Науковий керівник – к.т.н., проф. Марчук М. М.

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

Вантажні автомобільні перевезення демонструють сталу пріоритетність. Особливої уваги заслуговують автомобільні контейнерні перевезення. Такі перевезення здійснюються, як правило, автомобільними поїздами-контейнеровозами. Ці автопоїзди складаються з автомобіля-тягача (сідельного або з універсальним кузовом) і напівпричепа (причепа).

Провідними виробниками причіпної техніки є компанії Krone, Schmitz, Kögel і Fliegl. Об'єм їхніх продажів складає близько половини всього європейського ринку. Продукція цих фірм займає помітне місце і на ринку України.

Фірма Krone є лідером по випуску змінних кузовів і спеціальних платформ для їхнього перевезення. Більше 50% продукції експортується в усі країни Європи. В конструкціях широко застосовуються алюмінієві сплави, композитні матеріали і чорні метали, що піддані глибокій антикорозійній обробці. При цьому компанія дає гарантію від корозії на 1 млн км пробігу чи на 6 років експлуатації. Нещодавно було випущено універсальне шасі-контейнеровоз з розсувною рамою. Воно може перевозити 20-, 30- і 45- футові контейнери чи два знімних кузова-фургони довжиною 7,45 м кожний. Компанія приділяє велику увагу безпеці руху. Випущено напівпричіп Safe Liner, що має позаду і з боків низько розташовану протипідкатну відбійну балку, що запобігає попаданню людей під колеса напівпричепа. Таке вдосконалення сприяє також поліпшенню аеродинаміки автопоїзда. З'являються вбудовані системи контролю навантаження на осі напівпричепа і сідельного тягача [1].

Фірма Schmitz пропонує причіпну техніку загального призначення, а також напівпричепа для перевезення паперу. Нею було вперше використане двоповерхове розташування вантажів, що дозволяє використовувати об'єм причепа на всі 100%. В нових конструкціях напівпричепів за рахунок використання нових пневматичних ресор, регульованих по висоті в діапазоні 200 мм, і розсувних стійок кузова, що також переміщуються на відстань 200 мм, досягається внутрішня висота: 2600–2700 мм, при цьому навантажувальна висота складає: 1050–1150 мм.

Фірма Kögel випускає широку гаму ТЗ. Це тентовані напівпричепа, рефрижератори, кузова і бортові причепа вантажопідйомністю від 20 до 150 т. Багатокамерні кузова можуть застосовуватися при одночасному перевезенні продуктів, які швидко псуються і продуктів, які вимагають глибокої заморозки. Кузов може бути розділений на 4–6 сегментів.

Заслугує на особливу увагу продукція фірми Fliegl. Її напівпричепа відрізняються оригінальною конструкцією: передня частина рами, розташована під сидлом, виготовлена з тороподібних зварених лонжеронів, висотою 70–145 мм. Це дає можливість збільшити внутрішню висоту вантажного простору і підвищити стійкість руху напівпричепа. В сполученні з низькопрофільними шинами 385/55R22,5 об'єм напівпричепа досягає 99 м³ при вантажопідйомності – 28700 кг.

На стандартних напівпричепах фірми Fliegl застосовується оригінальна система переміщення бічних стійок, при якій можливе бічне завантаження причепа. Крім

напівпричепів фірма випускає широку гаму контейнеровозів, серед яких є універсальні для транспортування всіх типів контейнерів, в тому числі і цистерн-контейнерів, з розмірами від 20 до 45 футів, див. рисунок, і контейнерів типу HQ.

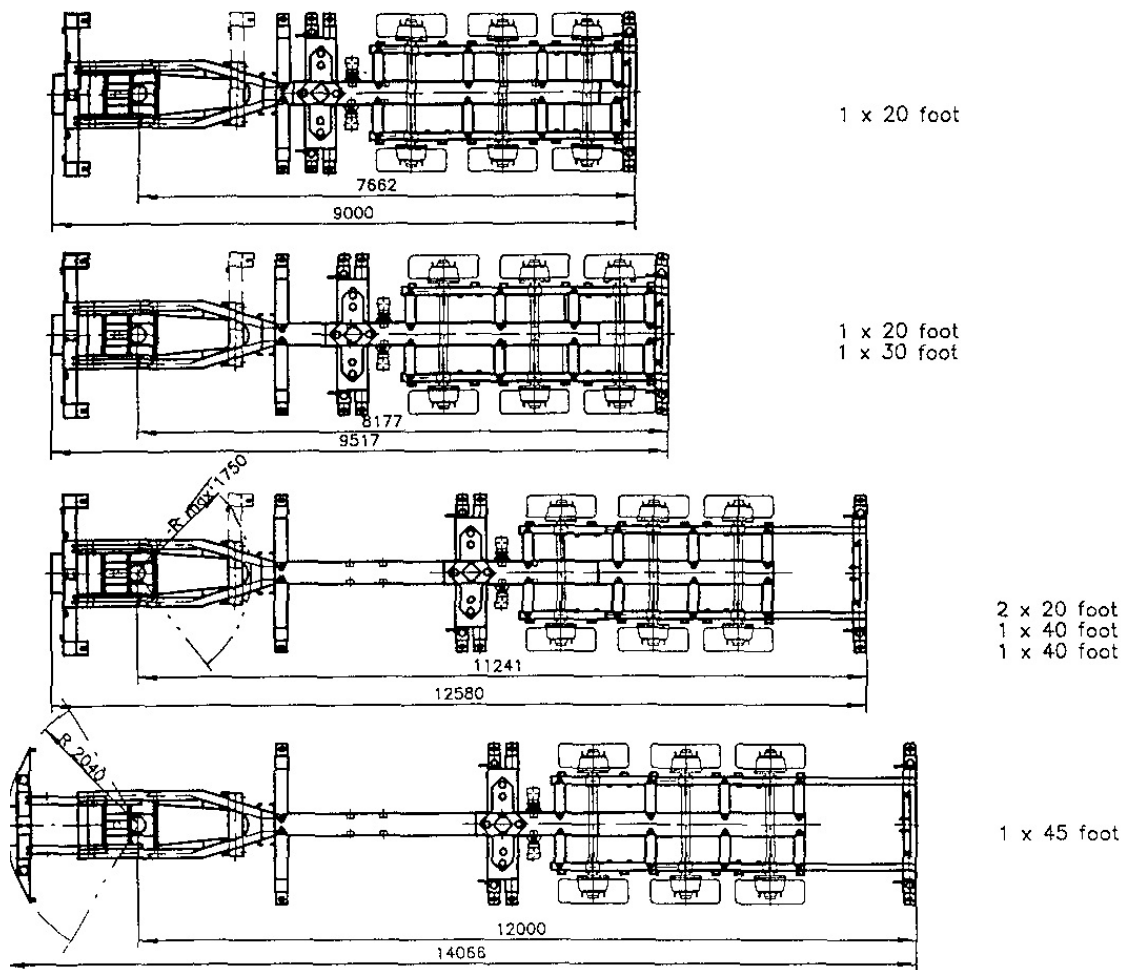


Рисунок. Конструктивна схема напівпричепа Fliegl із розсувною рамою

Особливу увагу в конструкції автопоїздів-контейнеровозів приділяють конструкції причіпного складу, а саме підвищенню вантажопідйомності, збільшенню розмірів вантажних платформ, збільшенню числа осей і використанню уніфікованих вузлів і агрегатів [2].

За значної довжини автопоїзда, з метою підвищення безпеки їх руху і у відповідності до Правил ЄЕК ООН [3], такі автопоїзди обладнуються додатковою світловою і звуковою сигналізацією, на напівпричепах і причепах встановлюють додаткові бокові огороження для захисту пішоходів і велосипедистів, а між ланками автопоїзда протягують сталі канати.

Враховуючи всі вказані особливості експлуатації автопоїздів-контейнеровозів особливої уваги потребують дослідження щодо їх маневреності та стійкості руху, що може бути подальшим науковим завданням.

1. Сахно В. П. До питання використання триланкових автопоїздів в Україні. *Атошляховик України*. 2005. № 5. С. 13–16.
2. Марчук Р. М. Визначення навантаження на осі автопоїзда-контейнеровоза. *Вісник Національного транспортного університету*. Київ : НТУ, 2011. Вип. 24. С. 115–118.
3. E/ECE/324 E/ECE/TRANS/ 505) Rev.2/Add.103.

УДК 622.063.88

ОСНОВНІ ВИДИ КАР'ЄРНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ЇХ ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Семенюк Василь, Кучерук Мирослава, Корнієнко Владислав

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

Кар'єрний транспорт призначений для переміщення гірничої маси (розкрити та корисної копалини) від забоїв до пунктів розвантаження. Він є сполучною ланкою між процесами виймання та складування гірничої маси. Від чіткої роботи кар'єрного транспорту залежить ефективність розробки всього підприємства. Трудоемність процесу переміщення гірничої маси вельми висока, а витрати на транспорт і пов'язані з ним допоміжні роботи складають 45–50% загальних витрат на видобуток.

Інтенсивність роботи кар'єрного транспорту характеризується вантажообігом кар'єру, який визначається кількістю вантажу, що переміщується за одиницю часу. Вантажообіг, що характеризується стійким у часі напрямом переміщення, називається вантажопотоком. Вантажопотік є зосередженим, якщо всі вантажі переміщуються з кар'єру на поверхню у одному напрямі по одним транспортним комунікаціям, в іншому випадку вантажопотік є розосередженим.

Види кар'єрного транспорту розрізняють за рядом ознак. За принципом дії розрізняють транспорт циклічної і безперервної дії. За способом переміщення вантажу, типу ходового і шляхового устаткування розрізняють залізничний, автомобільний, конвеєрний, гідравлічний та ін. види транспорту. За характером роботи розрізняють транспортні засоби рухомі і стаціонарні (скіповий підйом, канатні підйомні, підвісні дороги та інше). За функціональною ознакою розрізняють самостійні і спеціальні види кар'єрного транспорту. Самостійними видами кар'єрного транспорту можливе переміщення гірничої маси від забою до пунктів прийому. Спеціальні види можуть застосовуватися тільки на окремих ділянках переміщення вантажу і є ланкою комбінованого транспорту.

Вибір раціонального виду кар'єрного транспорту для конкретних умов визначається фізико-технічними і хімічними властивостями порід, що розробляються, умовами залягання корисної копалини, кліматом, вантажообігом і відстанню транспортування, типом параметрами навантажувального обладнання, строком існування кар'єру та інше [1].

Залізничний транспорт доцільно застосовувати на кар'єрах з великим річним вантажообігом (більше 25 млн т) глибиною до 150–200 м при значній довжині транспортування (4 км і більше). Переваги залізничного транспорту: невеликі витрати енергії, можливість забезпечення будь-якої величини вантажообігів при будь-якій відстані транспортування, можливість застосування автоматизованої системи керування, надійність роботи в різних кліматичних і гірничотехнічних умовах, відносно невеликі витрати на 1 т/км перевезення (в 4–6 разів менше в порівнянні з автомобільним і конвеєрним). Недоліки: відносно великі об'єми гірничо-капітальних робіт, капітальні витрати, витрати на утримання транспортних комунікацій; найбільш складна організація руху; залізничний транспорт вимагає великих радіусів кривих (100–120 м), значної протяжності фронту робіт (500–600 м), мінімальних підйомів (40–60‰) [1; 2].

Автомобільний транспорт застосовується на кар'єрах з невеликим річним вантажообігом (15–20 млн т) при відстані транспортування до 4–5 км. Ефективно застосовувати в період будівництва кар'єрів будь-якої виробничої потужності, під час розробки покладів складних форм, малих розмірів кар'єрних полів, складної топографії поверхні, під час роздільного

виймання складно-структурних покладів, під час інтенсивної розробки родовищ з великою швидкістю просування забоїв і високому темпі заглиблення гірничих робіт, а також як допоміжний і додатковий до інших видів транспорту Переваги автомобільного транспорту: велика гнучкість і маневреність (в порівнянні з залізничним транспортом), зменшення об'єму гірничо-капітальних робіт, строків і витрат на будівництво кар'єрів за рахунок відсутності рельсових шляхів і контактної мережі, менш жорсткі вимоги до плану і профілю доріг (радіус кривих 15–25 м, підйом 80–100%). Недоліки: зниження ефективності при збільшенні відстані транспортування, залежність від кліматичних умов, велика вартість великовантажних автосамоскидів, великі експлуатаційні витрати, великі витрати на транспортування 1 т гірської маси [1; 2].

Конвеєрний транспорт застосовується на кар'єрах для переміщення гірничої маси в розпушеному і подрібненому стані. Великий діапазон змін продуктивності (до 15000 м³ /год) дозволяє застосовувати їх на кар'єрах з різним вантажообігом. Доцільно застосовувати на кар'єрах з м'якими породами при річному вантажообігу 20–30 млн т і більше. Зі збільшенням потужності вантажопотоків ефективність використання конвеєрів підвищується. Найбільш ефективна відстань транспортування 4–6 км. Переваги: можливість подолання підйомів до 18°, безперервність переміщення вантажів, можливість повної автоматизації процесу транспортування. Недоліки: швидкий знос конвеєрної стрічки, жорсткі вимоги до розмірів кусків гірничої маси, що транспортується, і способу навантаження, ефективність знижується при низьких температурах і великій вологості гірничої маси, що транспортується.

Для досягнення найкращих техніко-економічних показників на потужних кар'єрах під час транспортування гірничої маси доцільно застосовувати декілька видів транспорту, оскільки кожен з видів транспорту, що входить до комбінації, експлуатується в найбільш сприятливих для нього умовах. Транспортний ланцюг в кар'єрі між навантажувальними і розвантажувальними пунктами можна поділити на три ланки: транспортування по робочим горизонтам і з'єднувальним бермам; транспортування по похилим виробкам до поверхні; транспортування на поверхні/ Найчастіше застосовується комбінація автомобільного і залізничного транспорту. Гірничу масу доставляється від забоїв до перевантажувальних пунктів автотранспортом, потім залізничним транспортом транспортується до відвалів або збагачувальних фабрик. Перевантажувальні пункти в цьому випадку розташовуються або в межах кар'єру, або на поверхні поблизу його контурів. Також широке застосування отримала комбінація автомобільного і конвеєрного транспорту. При транспортуванні крупнокускової гірничої маси на перевантажувальних пунктах необхідно здійснювати попереднє подрібнення [1; 2].

Отже, при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом основними видами транспорту є автомобільний, залізничний, конвеєрний та комбінований. В залежності від рельєфів умов залягання та відстані транспортування для кожного родовища, де ведеться розробка відкритим способом використовується той чи інший тип транспортування для зменшення економічних витрат та збільшення швидкості доставки вантажу й об'єму породи на збагачувальну фабрику для подальшої переробки.

1. Фролов О. О., Косенко Т. В. Відкриті гірничі роботи. Ч. I. *Процеси відкритих гірничих робіт* : навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 151 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/4207ffa-1598-4252-8b31-ef2c66ed091b/content> (дата звернення: 11.03.2025).

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.

УДК 656.13

ТРОЛЕЙБУСНІ МАРШРУТИ РІВНОГО

Соломай Анастасія
студентка 1 курсу, група ТТ-11

Науковий керівник – к.е.н. доц. Козак С. В.

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

Рішення про створення тролейбусних мережі у місті Рівне було прийняте у 1974 році, у цьому ж році збудовано тролейбусне депо та змонтовано декілька кілометрів контактної мережі. Восени 1974 року на баланс підприємства надійшли 50 одиниць рухомого складу моделі Škoda 9Tr (PKCY), виробництва Škoda Holding, які отримали бортові № 1–50.

24 грудня 1974 року офіційно відкритий тролейбусний рух по маршруту №1, завдовжки 13,1 км. 1975 року відкрито новий маршрут № 2, завдовжки 17,8 км, а з квітня 1976 по січень 1977 роки у місто прийшло ще 25 машин Škoda 9Tr, що отримали номери № 51–75. 5 грудня 1976 року відкритий тролейбусний маршрут № 3 завдовжки 11,4 км, який сполучив залізничний вокзал, автовокзал та мототрек.

18 серпня 1977 року відкритий тролейбусний маршрут № 4, завдовжки 11,9 км. Навесні 1978 року придбано ще 7 машин Škoda 9Tr (№ 76–83). У грудні 1978 року до міста надійшов тролейбус Škoda 9Tr, обладнаний гідропідсилювачем керма, що значно полегшує керування тролейбусом (до того машини оснащувались пневмопідсилювачем).

До 1981 року у місті працювали лише дводверні Škoda 9Tr, дана дводверна модифікація випускалася лише для міст СРСР. На початку 1981 року надійшли 9 тролейбусів модифікації Škoda 9TrH з гідропідсилювачем керма, з PKCY. У 1982 році ще 5 тролейбусів Škoda 9Tr, в результаті парк машин поповнився до 100 одиниць. Наступні тролейбуси надійшли до Рівного лише у 1989 році, це були Škoda 14Tr, що мали TICY. Машини з тиристорно-імпульсною системою управління споживали на 20–30% менше електроенергії, аніж з PKCY. TICY забезпечує економію електроенергії, безступінчастий розгін та гальмування, а також відсутність теплових втрат під час гальмування (деякі TICY мають рекуперацію), на відміну від PKCY. Навесні 1989 року придбано 15 тролейбусів Škoda 14Tr з TICY.

31 грудня 1989 року відкрито маршрут № 5 завдовжки 10 км. Восени 1991 року один Škoda 9Tr (№ 81) потрапив у ДТП, в результаті чого був списаний. Його місце зайняв тролейбус тієї ж моделі, що був переданий з Києва. У вересні 1992 року відкрито маршрут № 6. 27 грудня 1992 року списано № 81, а київський тролейбус виведено з експлуатації. У 1993 році списано ще 6 Škoda 9Tr (№ 9, 21, 55, 59, 67, 84). 1993 року до Рівного надійшли три двосекційні тролейбуси ЮМЗ Т1 виробництва Південмашу, Дніпро (PKCY), а 28 квітня 1993 року ЮМЗ Т1 вперше виїхав на маршрути міста. У травні 1994 року надійшло ще два ЮМЗ Т1; більше ЮМЗ Т1 місцева влада не придбала. У серпні 1995 року надійшов перший ЮМЗ Т2 (PKCY), пізніше у 2000-х роках надійшло ще дві модернізовані моделі.

1996 року до Рівного надійшли вживані тролейбуси з Чехії, а старі Škoda 9Tr почали списувати, в результаті було списано близько 20 машин; старі тролейбуси стали списувати менш інтенсивно лише 1997 року. У 1998 році тролейбус № 138 пройшов капітальний ремонт: у нього тріснула рама (тролейбуси Škoda 14Tr випускалися з рамною основою).

1 листопада 2000 року Рівненське тролейбусне управління змінило назву на КП «Рівнеелектроавтотранс». Через два роки схема руху тролейбусного маршруту № 5 було змінено, і почав курсувати до кінцевої зупинки «Мототрек». 20 лютого 2003 року надійшли

4 вживані тролейбуси з Брно. У березні 2003 року згорів Škoda 14Tr (№ 136). Вважається, що рівненський тролейбусний парк є найстарішим в Україні, після сімферопольського.

Досягненню стабільної роботи підприємства сприяла «Програма стабілізації та розвитку електротранспорту у місті Рівне на 2003–2005 роки», яка затверджена у 2002 році рішенням Рівненської міської ради. Відповідно з наміченою Програми здійснено будівництво нової тролейбусної лінії, яка пролягла від вулиці Будівельників по вулиці Черняка до Молокозаводу, завдовжки 3 км. Нові тролейбусні маршрути, які відкриті 20 травня 2005 року, сполучили один з найбільших «спальних» районів міста з центром та іншими мікрорайонами.

2005 року обсяги пробігу тролейбусів зростали завдяки відкриттю трьох нових маршрутів і перегляду розкладів руху у сторону збільшення, впровадження двозмінних режимів роботи тролейбусів на лінії [1].

2008 року списаний єдиний вантажно-технічний тролейбус КТГ-1 та частково розібраний.

У 2008 році до міста надійшов новий тролейбус ЛАЗ Е183 (IGBT-транзисторна СУ) виробництва Львівського автобусного заводу. У вересні 2009 року тролейбус Богдан Т601.11 (IGBT-транзисторна СУ) проходив дослідну експлуатацію у місті. Окрім цього міста, він проходив тестову експлуатацію у ще декількох містах України: у Донецьку, Запоріжжі, Миколаєві та Криму [1].

У 2011 році тролейбусами міста було перевезено 27 371 тис. чол., що на 8% менше ніж у 2010 році, коли було перевезено 29 761 тис. пасажирів. У 2016 році міським електротранспортом перевезено 34,3 млн пасажирів, що на 2,4% більше, ніж у 2015 році. У 2017 році перевезено 35,2 млн пасажирів, що на 2,6% більше, ніж у 2016 році. У 2018 році перевезено 36,1 млн пасажирів [2].

30 листопада 2020 року у Рівному відзначили подію, з нагоди 60-річчя експлуатації тролейбусів Škoda 9Tr (№ 001). Саме цей тролейбус відкривав тролейбусний рух у місті Рівне.

Обслуговування пасажирів відбувається на 11 маршрутах, а саме: № 1 «Мототрек – с. Ювілейне»; № 2 «Боярка – Льонокомбінат»; № 3 «Залізничний вокзал – Мототрек»; № 4 «Мототрек – Льонокомбінат»; № 4а «Мототрек – Льонокомбінат (через автовокзал)»; № 7 «Боярка – мікрорайон Північний»; № 9 «Мікрорайон Північний – Мототрек»; № 9а «Мікрорайон Північний – Мототрек (через автовокзал)»; № 10 «Мототрек – с. Ювілейне (через автовокзал)»; № 11 «Енергетиків – Торгові центри (через автовокзал та вул. Вербову)»; № 12 «Мікрорайон Північний – Луцьке кільце». Крім того, у місті працюють маршрути з автономним ходом (№ 11 і № 12), які використовують тролейбуси, здатні проїжджати певні ділянки без контактної мережі.

За даними офіційного сайту КП «Рівнеелектроавтотранс» в експлуатації підприємства знаходиться 77 одиниць тролейбусів пасажирських. Це є недостатньо для стабільної роботи системи і призводить до збільшення інтервалів руху, Середній вік тролейбусів 25,3 років.

Однією з проблем є те, що багато автобусних маршрутів дублюють тролейбусні, що зменшує їхню ефективність. Це не тільки створює конкуренцію між видами транспорту, а й розпорошує пасажиропотік. Контактна мережа міста має значний знос і вимагає модернізації.

Таким чином, тролейбусний транспорт міста Рівне потребує реформ. Зокрема оновлення тролейбусного парку, будівництво нових контактних мереж, організацію виділених смуг для громадського транспорту для покращення швидкості руху, оптимізацію маршрутів із чітким розподілом магістральних (тролейбусних) і допоміжних (автобусних) ліній.

1. Гаген А. Аналітична записка: Першочергові заходи з вдосконалення громадського транспорту. Рівне, 2022. 125 с.

2. Демчук К. О. Розвиток міського пасажирського транспорту Рівного: проблеми та перспективи. *Студентський вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2021. Вип. 1(3). С. 121–132.

УДК 656.13

МЕТОДИКА ВИБОРУ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ, МІСЦЯ РОЗМІЩЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

Хаврук Володимир

асистент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу

*Національний транспортний університет,
вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 1, м. Київ, 01010*

Методика розрахунку потужності станції технічного обслуговування (СТО) на основі нормативних даних дає дуже приблизні результати, які цілком прийнятні на початковій стадії виникнення ідеї проектування. З іншої сторони необхідний збір невеликого обсягу інформації, у зв'язку з чим, методику необхідно рекомендувати для початкових розрахунків. Як початкові нормативні документи використовується Положення про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту, нормативи трудомісткості виконання ремонту для відповідних марок автомобілів. В якості статистичного матеріалу необхідні дані про кількість СТО в місті (мікрорайоні), їх спеціалізацію, оснащеності постами, чисельності робітників (виконавців).

Обґрунтування найбільш вигідного виду спеціалізації СТО здійснюється шляхом порівняння нормативної частки трудомісткості кожного циклу робіт, рекомендованої в стандарті, з часткою сумарної потужності підприємств міста (мікрорайону) відповідної спеціалізації.

1. По j -й спеціалізації сумарна потужність визначається за формулою [1]:

$$T_j = \sum_{i=1}^{K_{ij}} n_{ji} \cdot P_{Pij} \cdot t_{зм_{ij}}, \quad (1)$$

де n_{ij} – кількість постів на i -му підприємстві j -ї спеціалізації;

P_{Pij} – чисельність робітників на одному посту на i -му СТО j -ї спеціалізації;

K_{ij} – кількість ПА ji -ої спеціалізації;

2. Сумарна потужність всіх СТО розраховується за формулою [1]:

$$T_c = \sum_{j=1}^{K_j} T_j = \sum_{j=1}^{K_j} \sum_{i=1}^{K_{ji}} n_{ij} \cdot P_{Pij} \cdot t_{зм_{ij}}. \quad (2)$$

3. Частка сумарної потужності СТО по кожному виду спеціалізації становить:

$$\Delta_j = \frac{T_j}{T_c}. \quad (3)$$

4. З розподілу трудомісткості робіт по кожному виду спеціалізації знаходимо частку j -ої спеціалізації ε_j .

5. Розраховуємо коефіцієнт доцільності будівництва СТО по цій спеціалізації:

$$K_{Ej} = \frac{\Delta_j}{\varepsilon_j}. \quad (4)$$

Чим більше значення коефіцієнта K_{Ej} тим більш перспективним буде створення СТО у j -й спеціалізації.

6. Перевіривши усі види спеціалізації по коефіцієнту доцільності, вибираємо три з них з найбільшими значеннями K_{Ej} .

Отриманий раніше коефіцієнт доцільності створення СТО цієї спеціалізації є не що інше, як середнє значення коефіцієнта завантаження потужності діючих підприємств ψ_j .

Якщо на території мікрорайону знаходиться m СТО j -ї спеціалізації, тоді коефіцієнт середнього завантаження підприємств в m -му мікрорайоні становитиме:

$$\psi_j = K_{Ej} \cdot \frac{m}{m+1}. \quad (5)$$

Алгоритм розрахунку показників СТО наступний.

1. Розрахувати прогнозований коефіцієнт проектного підприємства за формулою (5).
2. З нормативів на ТО і ремонт автомобілів визначити середню трудомісткість одного обслуговування $t_{пр}$.
3. Набувши середніх значень n_j , P_{pj} , $t_{зmj}$ в мікрорайоні за початкові величини, розраховуємо середнє число обслуговуваних на проектованій СТО:

$$\lambda_{обс} = \frac{\psi_j \cdot n_j \cdot t_{зmj}}{t_{прj}}. \quad (6)$$

4. Якщо прийняти діючі розцінки на обслуговування одного автомобіля за C_g визначуваний середньодобовий дохід проектової СТО:

$$D_j = \lambda_{обсj} \cdot C_{gj}. \quad (7)$$

5. По середній тарифній сітці C_g , і оплаті простоїв C_n а також приблизних витратах на амортизацію будівель і обладнання C_{AM} і теплопостачання C_E , розраховуємо середньодобові витрати проектного підприємства:

$$R_j = \psi_j \cdot n_j \cdot P_{pj} \cdot (C_{pj} - C_{npj}) + n_j \cdot P_{pj} \cdot t_{зmj} \cdot C_{npj} + C_{AM} + C_E. \quad (8)$$

6. Прибуток визначається як різниця:

$$\Pi = D_j - R_j. \quad (9)$$

7. Термін окупності розраховуємо за формулою:

$$T_{ок} = \frac{\Pi}{R_j} = \frac{K}{\Pi \cdot 305}, \quad (10)$$

де K – обсяг капітальних вкладень, грн;

Π – річний прибуток, грн.

8. Порівнявши результати розрахунків показників проектного СТО по усіх трьох спеціалізаціях, робимо вибір найбільш вигідного варіанту.

Розрахувати характеристики конкретної, у тому числі і проектової СТО можливо при наявності початкових параметрів ψ , m , n , а для оптимізації показників інтенсивності вхідного потоку заявок $\lambda_{вх}$. Збір початкових даних для усієї мережі автосервісу представляє значну складність, особливо по параметру $\lambda_{вх}$. Тому при розрахунках прогнозованих показників створюваних СТО перша група початкових параметрів визначалася дослідним шляхом, а інтенсивність $\lambda_{вх}$ розрахунковим шляхом за рахунок залежності між $P_{обс}$, ψ і $\psi_{сер}$ за формулами (6; 11). Можливо обчислити середнє число автомобілів, що покинули СТО:

$$\lambda_0 = \lambda_{обс} \cdot P_{n+m} = (\lambda_0 + \lambda_{обс}) \cdot P_{n+m} \Rightarrow \frac{\lambda_{обс} \cdot P_{n+m}}{1 - P_{n+m}}. \quad (11)$$

Для розрахунку загального числа автомобілів, що поступають в СТО використовувались ймовірності відходу автомобілів, отримані з розрахункових формул системи масового обслуговування (СМО) з обмеженим числом m заявок в черзі [2–9].

А між тим показники ефективності потужності на стадії проектування СТО можливо визначити за наявності інформації про максимально можливу довжину черги m , яка за дослідними даними з ймовірністю 0,9 становить:

$$m = (1,5 \div 1,6) \cdot M_a, \quad (12)$$

де M_a – середня довжина черги.

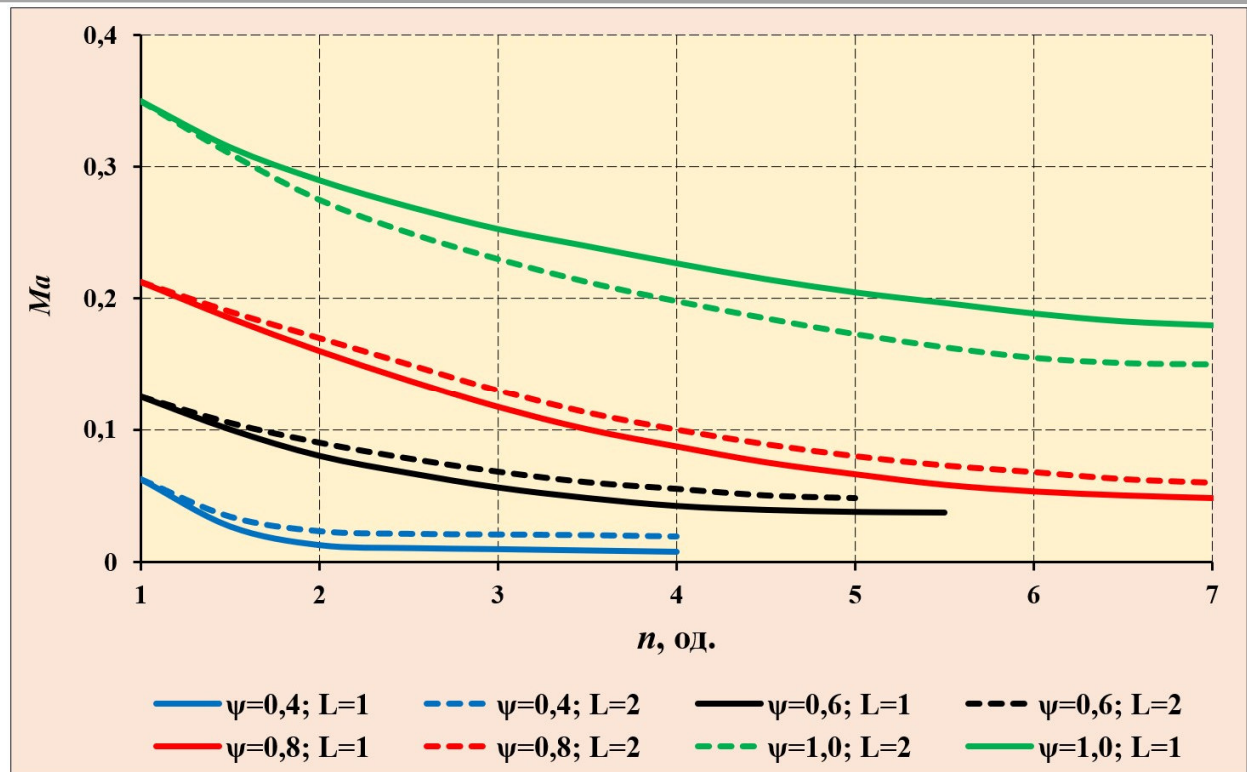


Рис. 1. Зміна середньої довжини черги автомобілів M_a в залежності від числа постів n , при різних коефіцієнтах завантаження (ψ) потужності СТО при відсутності взаємодопомоги між виконавцями і черзі автомобілів ($L = 1; L = 2$)

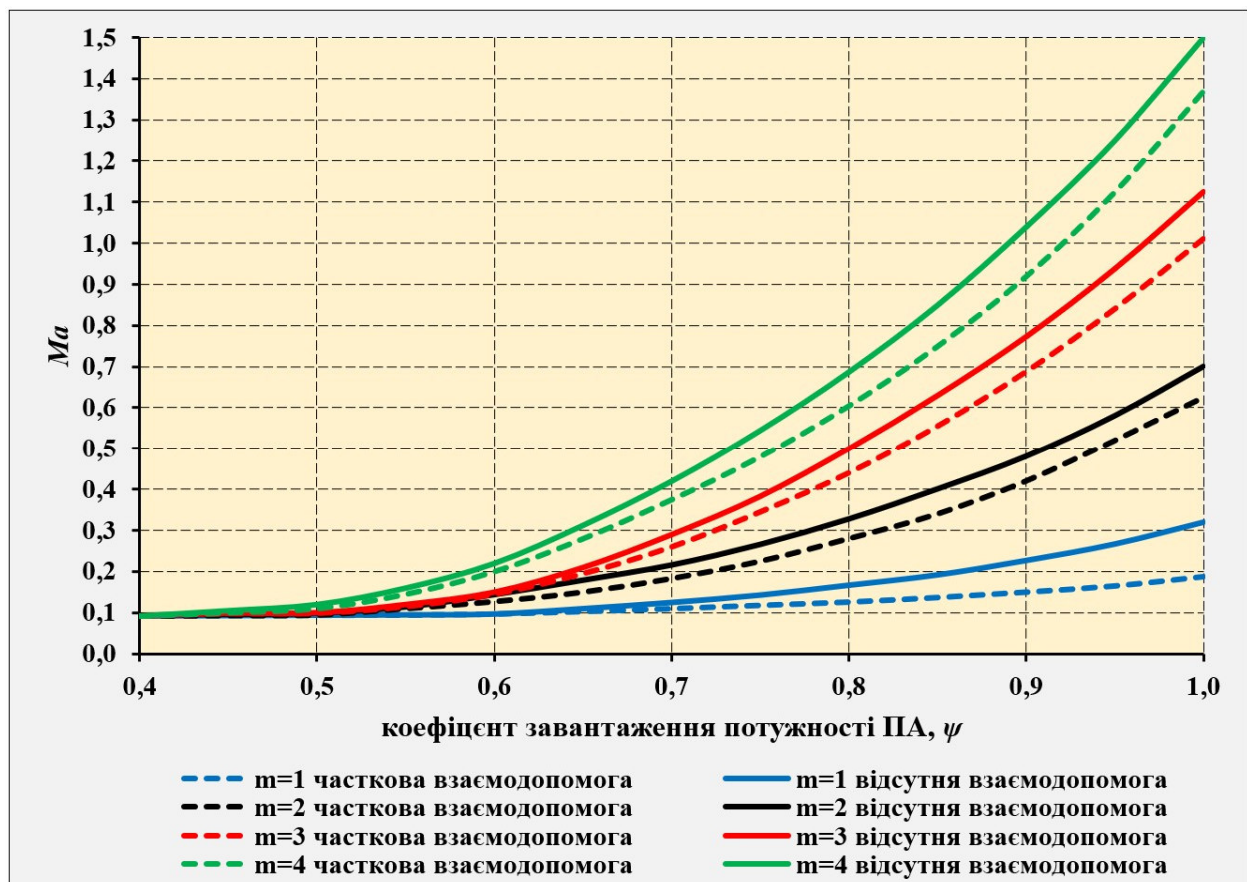


Рис. 2. Зміна середньої довжини черги автомобілів M_a в залежності від коефіцієнта завантаження (ψ) потужності СТО для кількості постів $n = 2$ при відсутності і частковій взаємодопомозі виконавців

При використанні цих формул було прийнято, що середнє число автомобілів в черзі M_a (закруглене до цілого значення) рівне допустимому числу очікуючих автомобілів m .

Розрахунки показали, що середня довжина черги також зменшується у міру збільшення числа постів n інтенсивніше в межах $n = 1 \div 3$, а потім спостерігається зниження вказаної тенденції (рис. 1).

В той же час представляє інтерес вплив часткової взаємодопомоги виконавців у міру збільшення числа постів при різних значеннях коефіцієнтів завантаження. Виявилось, що вплив взаємодопомоги позначається істотніше при більшому числі постів і максимальному завантаженні. В той же час часткова взаємодопомога при максимальній довжині черги $m = 1$ не впливає відчутно на середню довжину черги при коефіцієнтах завантаження менше 0,8. Ця тенденція має місце і для ймовірності обслуговування автомобілів (рис. 2).

Таким чином, застосовуючи комбінований спосіб збору і обробки інформації, стало можливим отримання усіх початкових даних, необхідних для розрахунку показників створюваної СТО. Для розрахунків по вибору виду спеціалізації, місця розміщення і обґрунтування потужності новостворюваних СТО був зібраний статистичний матеріал показників СТО по 10 основним видам спеціалізації в м. Нетішин.

Згідно з розробленим алгоритмом рішення поставленої задачі визначення місця розміщення, виду спеціалізації і потужності нової проекрованої СТО була складена відповідна програма на мові PASCAL, зібрана статистична інформація за початковими параметрами СТО з урахуванням прогнозів розвитку мережі автосервісу і зростання парку автомобілів. Результати розрахунків показали, що найбільш перспективними є будівництво 2–3-х постових СТО з комплексним обслуговуванням по здвоєних спеціалізаціях: електротехнічні роботи, ремонт приладів системи живлення, роботи (включаючи балансування і шиномонтаж) вулканізації, і ремонт ходової частини; ремонт кузова і забарвлення кузова. Виключенням стали СТО миття автомобілів, які стали самодостатніми.

Незважаючи на невеликі розбіжності в коефіцієнті завантаження остаточне значення мало співвідношення S ціни одного $C_{обс}$ з урахуванням інтенсивності до питомих витрат R на одне обслуговування, включаючи зарплату виконавців і працівників СТО, утримання основних фондів, амортизаційні відрахування і податки

$$S = \frac{\lambda_{обс} \cdot C_{обс}}{R}, \quad (13)$$

де R – питомі витрати на утримання СТО в день, грн / день;

$\lambda_{обс}$ – середнє число обслуговуваних автомобілів на СТО, од / день.

Для визначення $\lambda_{обс}$ непряим шляхом використовувалися статистичні і нормативні дані про трудомісткість виконання робіт, дані про кількість виконавців і робочих постів. За цим показником найбільш прийнятними на 2024 рік виявилися наступні види спеціалізації: кузовні роботи, вулканізаційні роботи (включаючи балансування і шиномонтаж), ремонт компонентів паливних систем (включаючи інжекторну систему впорскування), встановлення ГБО. Розрахунки виконані для основних видів спеціалізації, представлені в таблиці.

Таблиця

Результати розрахунків строків окупності для основних спеціалізацій ПА в м. Нетішин

№	Види робіт	Строк окупності, років
1	ТО і ремонт	1,8
2	Роботи вулканізації	1,2
3	Кузовні роботи	2,2
4	Ремонт приладів системи живлення	1,4

Найбільш прийнятною виявився північна і західні частини міста Нетішин. За домовленістю із власником станції автосервісу «Lomastee» були виконані розрахунки за визначенням спеціалізації, місця розміщення і потужності.

За формулою (12) найбільш прийнятними стали технологічні цикли ремонту ходової частини і встановлення газобалонного обладнання (ГБО). Прогнозована інтенсивність заявок в день $\lambda_{обс}$ по автосервісних роботах складала з урахуванням рівня конкуренції і частковою втратою 2,1 при ціні $C_{обс}$ відповідно до 550 грн.

Сумарні показники склали:

$$C_{обс\ сер} = (\lambda_1 \cdot C_{обс} + \lambda_2 \cdot C_{обс}) = C_{обс} \cdot (\lambda_1 + \lambda_2).$$

Було обчислено співвідношення:

$$S = \frac{\lambda_{обс} \cdot C_{обс}}{R} = \frac{26,6 \cdot 80,4}{12,684} = 1,32.$$

Обсяг капітальних вкладень за попередніми розрахунками склав 57 тис. грн.

Добовий прибуток від встановлення ГБО дорівнюватиме 500 грн протягом року з урахуванням шестиденного робочого тижня прибуток становитиме:

$$P_{річ} = 500 \cdot 250 = 125 \text{ тис. грн.}$$

Строк окупності капітальних вкладень становить:

$$C_{ок} = \frac{57}{125} = 0,456 \text{ року.}$$

Цей результат досить низький відносно середнього результату по місту Нетішин (таблиця). Розрахунки виконані для СТО, які реконструюють частину виробничо-технічної бази, показали, що строки окупності відповідно склали: автомийка – 1 рік; Ihor – 1,8 року; Алексійчук – 2,1 року. А тому для робіт із встановлення ГБО, необхідно виконати більш детальний економічний розрахунок СТО «Lomastee».

Таким чином, при створенні або реконструкції СТО необхідно брати до уваги такі критерії рівня конкуренції в мережі автосервісу як середня M_a і максимально можлива m довжина черги автомобілів, які очікують обслуговування. Критерієм вибору виду спеціалізації, місця розташування і потужності проектованої СТО є співвідношення $S = P/R$, а в кінцевому випадку строк окупності капітальних вкладень.

Середнє число постів в СТО малих міст коливається в межах 1–2, а кількість виконавців становить 2–3 людини, зокрема в м. Нетішин СТО мають до 4-х облаштованих робочих пости із підйомниками, їх власники готові вкладати не більше 100 тис. грн на розширення СТО. Станції автосервісу в м. Нетішин в основному універсальні – надають широкий спектр послуг, дві СТО виконують перевірку і регулювання розвал-сходження, відсутня СТО, яка виконує тюнінг і наявна тільки одна СТО, яка займається встановленням ГБО.

1. Кукурудзяк Ю. Ю., Рудь О. В., Кукурудзяк Л. В. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту : навч. посіб. Вінниця, 2010. 336 с.
2. Голоскоков О. Є., Голоскокова А. О., Мошко Є. О. Основи теорії експоненціальних систем масового обслуговування : навч. посіб. Харків : НТУ «ХП», 2017. 312 с.
3. Лебедев Є. О., Лівінська Г. В. Перевантажені багатоканальні мережі зі змінною інтенсивністю вхідного потоку : навч. посіб. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2016. 120 с.
4. Лебедев Є. О., Макушенко І. А. Оптимальний розподіл зовнішнього навантаження для багатоканальних стохастичних мереж : навч. посіб. Київ : НБУВ, 2012. 90 с.
5. Литвинов А.Л. Теорія систем масового обслуговування : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 141 с.
6. Томашевський В. М. Моделювання систем. Київ : Видавнича група ВНУ, 2005. 352 с.
7. János Sztrik. Basic Queueing Theory: Foundations of System Performance Modeling. GlobeEdit, 2016. 200 p.
8. John F. Shortle, James M. Thompson, Donald Gross, Carl M. Harris Fundamentals of Queueing Theory. John Wiley & Sons, 2018. 576 p.
9. U. Narayan Bhat. An Introduction to Queueing Theory. Modeling and Analysis in Applications. Birkhäuser Boston, MA. 2015. 339 p.

УДК 656.13

ІНТЕГРАЦІЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ

Хоменко Роман
студент 2 курсу, група ТТ-21

Науковий керівник – к.т.н. доц. Хітров І. О.

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

Транспортний процес перевезень пасажирів – це сукупність взаємопов’язаних операцій, які здійснюються на різних етапах руху пасажирів від початкової точки до кінцевої. Цей процес включає в себе організацію маршруту, обрання виду транспорту, підготовку та обслуговування транспорту, управління рухом, а також забезпечення безпеки та комфортності для пасажирів та охоплює такі основні етапи, як планування, перевезення та завершення подорожі, і має на меті забезпечення ефективного, безпечного та своєчасного транспортування пасажирів [1; 2].

Технологія – це сукупність методів, процесів і засобів, які використовуються для створення продукції, надання послуг або виконання певних завдань. Вона включає наукові знання, технічні досягнення та організаційні підходи для підвищення ефективності діяльності [3].

Транспортна технологія – це система методів, процесів і технічних засобів, що застосовуються для організації та виконання перевезень пасажирів і вантажів. Вона охоплює інфраструктурні, інформаційні, логістичні та інженерні рішення, спрямовані на оптимізацію транспортних процесів.

Сучасний розвиток технологій значно впливає на транспортну сферу, зокрема на ефективність організації перевезень пасажирів [4]. Інтеграція інформаційних та цифрових технологій дозволяє оптимізувати транспортні процеси, зменшити витрати та підвищити комфорт пасажирів.

Одним із ключових напрямків є цифровізація транспортної системи, що включає впровадження автоматизованих систем управління рухом, електронних квитків та мобільних додатків для планування поїздок [5; 6]. Використання GPS-моніторингу дозволяє контролювати рух транспортних засобів у реальному часі, що сприяє підвищенню точності дотримання графіків.

Важливим аспектом є застосування інтелектуальних транспортних систем, які допомагають оптимізувати роботу громадського транспорту шляхом аналізу потоків пасажирів і регулювання руху. Також значну роль відіграють технології Big Data та штучного інтелекту, які дозволяють прогнозувати попит на перевезення та приймати обґрунтовані рішення щодо змін у маршрутній мережі [7].

Застосування електронних платіжних систем підвищує зручність для пасажирів, зменшує час на посадку та дозволяє аналізувати пасажиропотік для подальшої оптимізації транспортних послуг [8; 9].

Крім того, розвиток екологічних технологій, таких як електробуси та гібридні транспортні засоби, сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин і підвищенню екологічності перевезень [10]. Використання електричних автобусів, тролейбусів чи інших видів транспорту на альтернативних джерелах енергії знижує витрати на паливе та зменшує

екологічний вплив перевезень. Електронні системи управління рухом дозволяють оптимізувати роботу транспортних засобів, зменшуючи витрати пального, зокрема завдяки системам «стоп-старт», автоматичним коригуванням швидкості на основі поточної ситуації на дорогах.

Сучасні технології значно покращують комунікацію між пасажирами та транспортними компаніями. Пасажири, використовуючи мобільні додатки та онлайн-платформи можуть отримувати актуальну інформацію про рух транспорту в реальному часі, брати квитки, оплачувати проїзд через мобільні додатки або електронні картки, що знижує час очікування та підвищує зручність користування транспортом. Впровадження чат-ботів, гарячих ліній та автоматизованих систем для отримання відгуків дозволяє компаніям швидко реагувати на потреби пасажирів, покращуючи якість обслуговування. Інформаційні панелі на зупинках та транспорті надають пасажирам точну інформацію про час прибуття транспорту, що покращує планування подорожей і дозволяє уникати непотрібних затримок. Розробка систем штучного інтелекту для обробки запитів пасажирів та автоматичного коригування роботи транспорту може створити більш персоналізовану взаємодію, що підвищує рівень задоволення від обслуговування.

Таким чином, технології дозволяють створити більш ефективний, економічний і комфортний транспортний процес, який вигідно позначається як на самих перевезеннях, так і на взаємодії з пасажирами. Інтеграція сучасних технологій у транспортний процес дозволяє значно підвищити ефективність перевезень, забезпечуючи комфорт, швидкість та екологічну безпеку. Подальший розвиток інноваційних рішень сприятиме створенню стійкої та ефективної транспортної системи.

1. Доля В. К. Пасажирські перевезення. Харків : В-тво «Форт», 2011. 504 с.
2. Багрій М. М., Коновалова О. В., Разумова К. М., Чайка Н. Г. Питання сучасного стану інфраструктури транспортної системи. *Наукоємні технології*. 2021. Том 51. № 3. С. 265–270. <https://doi.org/10.18372/2310-5461.51.15997>.
3. Технологія. *Вікіпедія* : вебсайт. URL: <https://uk.wikipedia.org>. (дата звернення: 11.03.2025).
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: 11.03.2025).
8. Платіжні системи для громадського транспорту. *Nayax* : вебсайт. URL: <https://nayax.com.ua/business/gromadskyj-transport/>. (дата звернення: 11.03.2025).
9. Палант О. Ю. Інноваційне впровадження автоматизованої системи оплати проїзду в мегаполісах України. *Актуальні питання інтелектуальної власності та інноваційного розвитку* : матеріали Міжнародн. наук.-практич. конф., 3–5 квітня 2012 р. Харків, 2012. С. 338–341.
10. 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.

УДК 656.13,656.1

АНАЛІЗ ФІНАНСОВИХ ОПЕРАЦІЙ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ПОСЛУГ ПРИ ЕКСПОРТІ

Шайдюк Володимир, студент 2 курсу, група ТТ-21

Іванюта Микола, студент 2 курсу, група ТТ-21

Гринь Дарина, студентка 1 курсу, група ГЗ-11

Науковий керівник – к.т.н. доц. Пашкевич С. М.

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

У дослідженні представленні особливості оподаткування ПДВ транспортно-експедиторських послуг при міжнародному перевезенні товарів з України. Вони показують складові вартості таких послуг, серед яких вартість перевезення, допоміжні послуги та винагорода експедитора [1]. Відповідно до Податкового кодексу України, місце постачання цих послуг визначається окремо для кожного компонента, що впливає на застосування ставки ПДВ (пп. «а» пп. 186.2.1 ПК)[1].

Особливу увагу приділено міжнародним перевезенням, які за умови наявності єдиного міжнародного перевізного документа підлягають оподаткуванню за нульовою ставкою (пп. «а» пп. 195.1.3 ПК) [1]. Якщо ж перевізник залучений як окремий суб'єкт, ставка ПДВ застосовується безпосередньо до нього (п. 189.4 ПК) [1]. Додаткові послуги, такі як митні процедури, зберігання вантажу або банківські комісії, можуть включати ПДВ, але експедитор має право на податковий кредит за такими витратами (ст. 10 Закону № 1955) [1].

Окремо розглянуто питання понаднормового простою транспорту. Визначено, що плата за простій не є штрафом, а має кваліфікуватися як додаткова послуга, що не підлягає оподаткуванню ПДВ у разі надання нерезиденту [3]. Також роз'яснено, що винагорода експедитора є його доходом і, відповідно до місця реєстрації замовника-нерезидента, не підлягає ПДВ (ст. 9 Закону № 1955) [1].

Таким чином, основні положення податкового законодавства України дозволяють застосовувати нульову ставку ПДВ до міжнародних перевезень [1], тоді як допоміжні послуги та винагорода експедитора в окремих випадках можуть не оподатковуватись ПДВ залежно від місця їх постачання [2].

Резидент – платник ПДВ надає нерезиденту транспортно-експедиторські послуги при імпортному перевезенні відповідно до договору експедирування [4]. Вартість транспортно-експедиторських послуг складається з трьох основних компонентів: вартості перевезення, вартості допоміжних послуг і плати експедитору за транспортне експедирування (рисунки) [5].

Оскільки всі три складові належать до категорії «постачання послуг», важливо визначити, як кожна з них впливає на об'єкт оподаткування ПДВ. Це пояснюється тим, що відповідно до статті 186 Податкового кодексу України (ПК), місце постачання цих трьох видів послуг визначається по-різному [5].

Вартість перевезення вантажу: об'єктом оподаткування ПДВ, зокрема, є послуги платників податку з міжнародних перевезень пасажирів, багажу та вантажів залізничним, автомобільним, морським, річковим і авіаційним транспортом (пп. «е» п. 185.1 ПК). Водночас, якщо перевезення вантажів здійснюється за єдиним міжнародним перевізним документом, така операція підлягає оподаткуванню за нульовою ставкою (пп. «а» пп. 195.1.3 ПК).

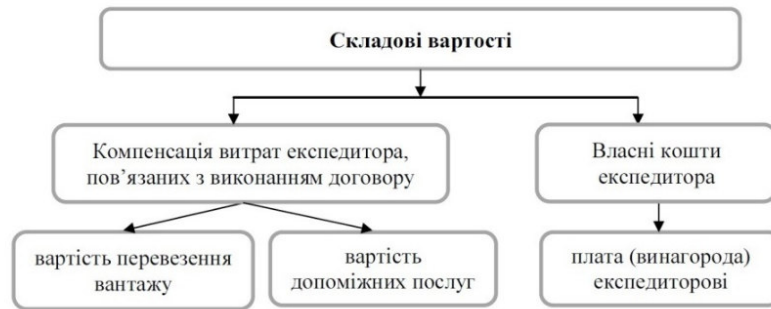


Рисунок. Вартість транспортно-експедиторських послуг [5]

Нульова ставка ПДВ застосовується до послуг з міжнародного перевезення вантажів на всьому маршруті транспортування, без розподілу на ділянки в межах митної території України та за її межами. Однак це можливе лише за умови, що перевезення здійснюється за єдиним міжнародним перевізним документом.

Отже, якщо міжнародне перевезення здійснюється на підставі єдиного міжнародного перевізного документа, і вантаж перевозить безпосередньо експедитор – платник ПДВ (без залучення інших учасників транспортно-експедиторської діяльності), то експедитор застосовує нульову ставку ПДВ до повної вартості послуг перевезення [1].

Якщо до перевезення залучено перевізника, який є платником ПДВ, то нульову ставку податку застосовує перевізник. Податкове зобов'язання експедитора з ПДВ на суму перевезення за ставкою 0% виникає на дату отримання коштів від замовника або на дату оформлення документів, що підтверджують факт міжнародного перевезення (в залежності від того, яка з цих подій сталася раніше) (п. 189.4 ПК) [3].

В процесі виконання обов'язків за договором транспортного експедирування експедитор може понести додаткові витрати, пов'язані з перевезенням вантажу. Це можуть бути витрати на завантаження та розвантаження вантажу, оплату страхування, банківські комісії, митні формальності тощо. Окремі з цих витрат постачальники послуг можуть виставляти експедиторові разом з ПДВ. Оскільки експедитор є платником ПДВ, він має право включати суми ПДВ до податкового кредиту на підставі податкових накладних, зареєстрованих у Єдиному реєстрі податкових накладних (ЄРПН) [1].

Експедитор має право на відшкодування додаткових витрат під час виконання договору в межах погоджених із клієнтом обсягів, якщо ці витрати були здійснені в інтересах клієнта (ст. 10 Закону № 1955). Для підтвердження своїх витрат експедитор повинен надати відповідні документи, такі як рахунки, накладні тощо, які видаються суб'єктами господарювання, залученими до виконання договору транспортного експедирування, або органами влади. При цьому, замовник несе відповідальність за відшкодування витрат експедитора, понесених під час виконання договору транспортного експедирування.

Оскільки додаткові витрати пов'язані з виконанням договору, всі витрати експедитора компенсує клієнт (замовник), незалежно від того, чи включають ці витрати ПДВ, чи ні.

Будь-які суми, що покупець передає платникові податку безпосередньо або через третю особу для компенсації вартості товарів/послуг, включаються до договірної (контрактної) вартості і, відповідно, до бази оподаткування ПДВ (п. 188.1 ПК). Однак Податковий кодекс не регулює порядок оподаткування відшкодуваних витрат. Відшкодування витрат не вважається послугою, тому воно не підлягає оподаткуванню ПДВ [1].

Місце постачання послуг, що є допоміжними в транспортній діяльності, а також послуг, пов'язаних із перевезенням вантажів, визначається місцем їх фактичного постачання (пп. «а» та «б» пп. 186.2.1 ПК). Тому, якщо розглядати це не як відшкодування витрат, а як постачання додаткових послуг (коли експедитор, як посередник, отримує послуги та передає їх замовникові), то такі операції не є об'єктом оподаткування ПДВ. Оскільки замовник є

нерезидентом, послуги надаються поза межами митної території України, і тому не підлягають оподаткуванню ПДВ [3].

Транспортно-допоміжні послуги та послуги, пов'язані з перевезенням вантажів, надані на території України, оподатковуються ПДВ за ставкою 20%. Якщо ці послуги надаються за кордоном, вони не підлягають оподаткуванню ПДВ [3].

У будь-якому випадку результат буде однаковим: включивши суми ПДВ до податкового кредиту за товарами/послугами, використаними в операціях з надання транспортно-експедиторських послуг нерезиденту, які не підлягають оподаткуванню ПДВ, експедитор зобов'язаний нарахувати «компенсувальні» податкові зобов'язання (п. 198.5 ПК).

У разі недотримання зазначених вимог застосовуються штрафні санкції: 25% суми ПДВ – якщо порушення було здійснено вперше, та 50% суми ПДВ – якщо вимоги були порушені повторно протягом 1095 днів (п. 123.1 ПК) [3].

Винагорода експедитору: Винагорода експедитора – це кошти, які клієнт сплачує за належне виконання ним договору транспортного експедирування (ст. 9 Закону № 1955). Як видно, тільки ця частина вартості транспортно-експедиторських послуг є доходом експедитора. Тому до цієї суми не входять витрати експедитора на оплату послуг або робіт інших осіб, яких він залучає до виконання договору, а також на сплату зборів або обов'язкових платежів, що виникають під час виконання договору. Це «транзитні кошти», які призначені для передачі третім особам.

Оскільки замовник перевезення вантажів є нерезидентом України, надані йому транспортно-експедиторські послуги не підлягають оподаткуванню ПДВ. Це пояснюється тим, що місце надання цих послуг знаходиться поза межами митної території України [3].

Витрати на допоміжні послуги, такі як митні платежі, завантаження/розвантаження та інші, компенсуються замовником. Оскільки такі послуги надаються нерезиденту за межами митної території України, вони не підлягають ПДВ [6].

Плата за простій транспорту: Вона не вважається штрафом, а є платою за послугу. За умови належного документального оформлення, така плата не підлягає оподаткуванню ПДВ.

Винагорода експедитора: Єдиним доходом експедитора є його винагорода, яка не є об'єктом оподаткування ПДВ, оскільки місце постачання цих послуг знаходиться за межами митної території України [6].

Таким чином, транспортно-експедиторські послуги, що надаються нерезиденту, в більшості випадків не оподатковуються ПДВ або підлягають ставці 0%, за умови правильного документального оформлення. Експедитор повинен чітко розмежовувати складові своїх послуг, щоб уникнути податкових ризиків та штрафних санкцій [7].

1. Про транспортно-експедиторську діяльність : Закон України / Верховна Рада України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1955-15> (дата звернення: 08.03.2025).

2. Кравець О. В. Транспортно-експедиторські послуги: теорія та практика. Київ : Наука, 2020. 215 с.

3. Петренко І. С. Фінансовий аналіз в системі управління транспортними послугами. Львів : Академія, 2019. 180 с.

4. Сидоренко Т. Г. Економіка транспорту та логістики. Харків : НТУ, 2021. 240 с.

5. Федоренко А. М. Оподаткування в міжнародних перевезеннях: особливості та практичні аспекти. Одеса : Економіка, 2022. 195 с.

6. World Bank Logistics Performance Index: Insights into the Global Logistics Environment. 2021. URL: <https://www.worldbank.org> (дата звернення: 08.03.2025).

7. Міністерство інфраструктури України. Звіт про стан транспортної інфраструктури в Україні. 2023. URL: <https://mtu.gov.ua> (дата звернення: 08.03.2025).

8. Державна служба статистики України. Статистичні дані про експорт та імпорт товарів. 2023. URL: <https://ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 08.03.2025).

УДК 656.13,656.1

РОЛЬ ЛОГІСТИКИ В ІНДУСТРІЇ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

Шайдюк Володимир, студент 2 курсу, група ТТ-21

Іванюта Микола, студент 2 курсу, група ТТ-21

Гринь Дарина, студентка 1 курсу, група ГЗ-11

Науковий керівник – к.т.н. доц. Пашкевич С. М.

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

Електронна комерція є найбільш зручним і популярним способом покупок серед споживачів. Сьогодні кожен може легко придбати товари з будь-якої точки світу, просто натиснувши кнопку «Замовити зараз» на вебсайтах або в онлайн-додатках. Ринок електронної комерції в Україні почав активно розвиватися після 2010 року, однак значний його ріст спостерігався після 2014 року [1], особливо після початку конфлікту на сході країни, коли традиційні магазини стали менш доступними для великої частини населення, і до сьогодні. Основними чинниками цього зростання є різноманітність товарів і зручна система доставки [7]. Додатковим фактором для покупців є можливість оплати при отриманні, що приваблює багатьох користувачів і сприяє популярності електронних ритейлерів [6].

Однак досвід онлайн-шопінгу не завершується на етапі замовлення товару – він є повноцінним лише тоді, коли покупець отримує товар у зазначений термін. Саме тут на допомогу приходить логістика. Логістика є ключовим елементом управління ланцюгом постачання [4], який забезпечує транспортування товарів і послуг від постачальника до кінцевого споживача. Вона включає весь процес обробки та переміщення продукції до місця призначення [3]. Отже, електронна комерція та логістика є взаємопов'язаними складовими, які сприяють економічному розвитку країни [1].

Інформаційні системи грають важливу роль у забезпеченні ефективного виконання логістичних процесів [2]. Вони дозволяють відстежувати замовлення в реальному часі та контролювати всі етапи доставки [7]. Таким чином, ефективність логістики стає ключовим фактором успіху електронної комерції та рівня задоволеності клієнтів [6].

Логістика, яка спочатку використовувалася переважно торговцями для перевезення товарів, стала важливою складовою бізнес-процесів ще в XIX столітті [3]. Вона набула чітких форм і стала невід'ємним етапом будь-якої комерційної діяльності. Походження терміну «логістика» пов'язане з військовою справою, де він означав управління, забезпечення та транспортування особового складу, матеріалів і спорядження [3]. З того часу логістика зазнала значного розвитку і поширилася по всьому світу [4].

Логістика загалом поділяється на дві основні категорії: вхідну та вихідну логістику [4]. Вхідна логістика охоплює процес переміщення сировини та напівфабрикатів у межах виробничого процесу. Вихідна логістика, в свою чергу, передбачає транспортування готової продукції до кінцевих споживачів [2].

У сфері електронної комерції вихідна логістика відіграє ключову роль, оскільки відповідає за доставку замовлень покупцям [6]. Часто ця функція передається на аутсорсинг стороннім логістичним компаніям [7], що сприяє розвитку галузі та створює нові робочі місця. У цій статті здійснено спробу дослідити роль логістики в індустрії електронної комерції [6].

Роздрібна торгівля в сфері електронної комерції є одним з найбільших і найшвидше зростаючих секторів в Україні [1]. Її розвиток набирає обертів завдяки збільшенню

використання смартфонів та Інтернету в повсякденному житті споживачів [5]. У цьому контексті логістика зазнала значної еволюції і набула важливого значення [3].

Цей розділ висвітлює результати попередніх досліджень, що були проведені для вивчення ролі логістики в сфері електронної комерції [2; 6].

Проаналізовано методи логістики, що їх використовують компанії електронної комерції для доставки товарів кінцевим споживачам та бізнес-клієнтам через канали постачання [4]. Ці канали доставки можуть бути розподілені залежно від географічної території, що відрізняється від традиційних структур [7]. Автори також підкреслюють важливість постачальників послуг, які мають безліч бізнес-можливостей, але й стикаються з певними викликами [6].

Ретельний аналіз показав, що продуктивність компанії може бути підвищена завдяки розвитку інфраструктури ІТ [2], яка сприяє веденню орієнтованого на клієнта бізнесу та ефективному управлінню ланцюгом постачання [4].

Логістика є однією з основних складових у будь-якій галузі, що сприяє росту компанії, оскільки вона є вирішальним фактором, який визначає потік товарів і послуг від початкової точки до кінцевого споживача. Логістика також забезпечує двосторонні канали розподілу, що перетворюють традиційний бізнес у сучасний електронний бізнес. Ця функція не може працювати автономно – вона вимагає координації різних елементів, починаючи від постачання та виробництва, складування, управління запасами, транспортування, роботи з торговими представниками, ІТ-інфраструктури, обслуговування клієнтів і багатьох інших аспектів [4].

Глобально ця індустрія охоплює всі три основні види транспорту – авіаційний, водний та наземний, що забезпечує ефективну систему доставки, яка виступає посередником між компанією та кінцевим споживачем [6]. Завдяки розвитку покупців, які все більше здійснюють покупки в електронному форматі [5], ця індустрія стала надзвичайно важливою для будь-якого бізнесу. Згідно з глобальними ринковими дослідженнями, логістика вносить близько 10% у світовий ВВП [4], а її вартість у 2013 році становила близько \$4 трильйонів. На сьогодні цей показник досяг майже \$8 трильйонів на рік, що складає 11% світового ВВП [7].

Електронна комерція в Україні є важливим сектором економіки, що демонструє стабільне зростання завдяки цифровізації та зміні попиту серед споживачів. Хоча її частка у валовому внутрішньому продукті (ВВП) країни не досягає 13%, як інколи зазначають у прогнозах, сектор продовжує розвиватися. У 2020 році ВВП України становив близько \$155 мільярдів, і, за прогнозами, до 2025 року він може зрости до приблизно \$462 мільярдів. Інвестиції в електронну комерцію зростають на 10% щороку, однак високі витрати на операції, зокрема через проблеми з інфраструктурою та логістикою, залишаються викликом для подальшого удосконалення сектору. Невід’ємною частиною успіху електронної комерції є зростаючий попит на зручні та швидкі доставки, що стимулює трансформацію традиційних логістичних методів і залучення нових постачальників послуг для забезпечення своєчасної доставки товарів.

Електронна комерція в Україні є важливим сектором економіки [1], що демонструє стабільне зростання завдяки цифровізації та зміні попиту серед споживачів [5]. Хоча її частка у валовому внутрішньому продукті (ВВП) країни не досягає 13%, як інколи зазначають у прогнозах, сектор продовжує розвиватися. У 2020 році ВВП України становив близько \$155 мільярдів, і, за прогнозами, до 2025 року він може зрости до приблизно \$462 мільярдів [1]. Інвестиції в електронну комерцію зростають на 10% щороку [1], однак високі витрати на операції, зокрема через проблеми з інфраструктурою та логістикою [7], залишаються викликом для подальшого удосконалення сектору. Невід’ємною частиною успіху електронної комерції є зростаючий попит на зручні та швидкі доставки [6], що стимулює трансформацію традиційних логістичних методів і залучення нових постачальників послуг для забезпечення своєчасної доставки товарів [2].

Електронна комерція загалом визначається як купівля та продаж товарів і послуг, а також переказ коштів через Інтернет [5]. Ця індустрія здобула значення після 1991 року, коли Інтернет був відкритий для загального використання. Відтоді підприємці почали

використовувати Інтернет як основну платформу для своєї бізнес-діяльності [5], що призвело до трансформації традиційної моделі бізнесу з фізичних магазинів на онлайн-платформи – найбільш зручний спосіб покупок для користувачів Інтернету [1].

Обговорення онлайн-шопінгу не буде повним без згадки про eBay та Amazon, які значною мірою модернізували індустрію електронної комерції [5]. Успіх цієї індустрії залежить від таких факторів, як зручність покупок, різноманітність товарів, доступність глобальних брендів, цілодобове обслуговування, зручні варіанти оплати та комфортні терміни доставки [6]. Це все разом суттєво переважає традиційні бізнес-моделі, змінюючи підхід до покупок і комерційної діяльності в цілому [4].

Продажі в сфері електронної комерції становили 8,7% від глобальних роздрібних продажів [5]. У 2016 році цей показник склав близько \$1,86 трильйона, а прогнози свідчать, що до 2021 року доходи зростуть до \$4,48 трильйона на глобальному рівні [5]. В Україні у 2016 році роздрібні продажі електронної комерції досягли \$3,6 мільярда [1], при цьому найбільші продажі припали на електроніку – 47%, за нею йшли одяг – 31%, а решта припала на інші категорії товарів [1].

Логістика електронної комерції: Електронна комерція — це не лише створення онлайн-платформи для ведення бізнесу, але й забезпечення різноманітності продуктів, наявність логістичної підтримки, необхідної технічної інфраструктури та готовності ланцюга постачання [4]. Лише добре продумана бізнес-стратегія може гарантувати безперешкодну роботу бізнесу в умовах сьогоденних надзвичайно активних потреб споживачів [2].

Покупці очікують, що товари, замовлені онлайн, будуть доставлені швидко та зручним для них способом [6]. Це створює реальний виклик для логістичних служб електронної комерції [7] (рисунк), які повинні задовольняти ці вимоги в умовах постійно змінюваного попиту та забезпечувати ефективність процесів доставки [4].



Рисунок. Канали розподілу логістики електронної комерції

Вищезгадана проста модель демонструє етапи в каналі розподілу логістики електронної комерції і чітко визначає роль логістики в цій індустрії [6]. Основні гравці або мають власні логістичні можливості, або співпрацюють з постачальниками логістичних послуг (третіми сторонами), [7] щоб виконати вимоги своїх клієнтів. Поточні бізнес-вимоги орієнтовані на споживача, тому роль постачальників логістичних послуг залишається обов'язковою для здійснення спеціалізованих доставок. Згідно з наявною статистикою, виявлено, що постачальники логістичних послуг третьої сторони складають 50% розподілу продукції, тоді як решта здійснюється через канали вхідної логістики.

Згідно з останніми даними Світового банку, Україна займає 66-у позицію в Індексі ефективності логістики (LPI) [7] за 2023 рік. Цей індекс оцінює ефективність торгової логістики в країнах світу, враховуючи фактори, як-от інфраструктура, зручність митного

оформлення, транспортування товарів та своєчасність доставки. Це свідчить про наявність проблем із доставкою товарів через різні види транспорту. Щоб подолати ці труднощі, в Україні великі електронні ритейлери та онлайн-магазини також звертаються до постачальників логістичних послуг третьої сторони. Це допомагає оптимізувати процеси доставки, зокрема на етапі «остання миля», який є критичним для своєчасного отримання товарів споживачами. Враховуючи проблеми з інфраструктурою та транспортною системою, такі рішення дозволяють поліпшити швидкість і ефективність доставки, що сприяє підвищенню задоволення клієнтів та розвитку електронної комерції в Україні.

Коли покупець здійснює покупку через онлайн-платформу, товар проходить кілька етапів, [4] перш ніж потрапити до кінцевого споживача. Спочатку виготовлений товар транспортується до центру виконання замовлень або складу, що є частиною логістики першої милі. Потім товар пакується, маркується і передається постачальнику логістичних послуг третьої сторони, який виступає посередником між центром постачання та основним центром попиту, використовуючи повітряний, морський або наземний транспорт. Цей етап називається лінійним транспортуванням. Оскільки авіаперевезення дорогі, ритейлери часто обирають морський або наземний транспорт. Морські маршрути займають більше часу, але є оптимальним варіантом для важких вантажів [4; 7]. Найбільш зручний, але одночасно і складний спосіб доставки в електронній комерції – це транспортування товарів «остання миля» до кінцевих споживачів. Основні труднощі, з якими стикаються постачальники логістичних послуг електронної комерції на етапі останньої милі, пов'язані з інфраструктурою, людськими ресурсами та високими операційними витратами. Однак, з урахуванням швидкого зростання обсягів операцій, ці проблеми можуть бути ефективно подолані постачальниками логістичних послуг третьої сторони в найближчому майбутньому. Завдяки технологічним досягненням роль логістичної індустрії продовжує зростати, і для її ефективної реалізації необхідні відповідні інфраструктура та комунікації [7]. Це стане важливою бізнес-тенденцією в майбутньому. Економіка країни повинна бути готова адаптуватися до цього нового тренду. Водночас необхідно забезпечити захист споживачів від шахрайства в цій сфері, що вимагає вдосконалення існуючих законів для гарантування прав користувачів. Традиційний принцип (нехай покупець буде обережним) можна переробити на (нехай покупець в електронній комерції буде обережним) [6]. Споживачі повинні бути належним чином поінформовані та освічені, щоб уберегтися від шахрайських електронних ритейлерів. Споживчий рух та кіберзаконодавство повинні працювати в тандемі, щоб забезпечити надійний захист кінцевих користувачів.

1. Гринько С. І. Електронна комерція: сучасні тенденції та виклики. Львів : Видавництво «Академія», 2020. 300 с.
2. Коваленко Т. М. Управління ланцюгами постачання в умовах електронної комерції. Харків : Видавництво «НТУ», 2019. 280 с.
3. Петренко А. В. Логістика: основи теорії та практики. Одеса : Видавництво «Економіка», 2022. 320 с.
4. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. England : Pearson Education Limited, 2019. 600 с.
5. Laudon K. C., Traver C. G. E-commerce: Business, Technology, Society. England : Pearson Education Limited, 2021. 550 с.
6. Müller M., Klocke U. Logistics in E-commerce: A Comprehensive Overview. *Journal of Logistics*. 2020. T. 6, № 2. С. 1–15.
7. E-commerce logistics: Trends and strategies. DHL : вебсайт. URL: <https://www.dhl.com> (дата звернення: 12.03.2025).

UDK 621.926.5:539.215:531.36

**INNOVATIVE SELF-OSCILLATING WORKFLOW
FOR CLASSIFYING GRANULAR MATERIAL BY SIZE IN A DRUM**

**ІННОВАЦІЙНИЙ АВТОКОЛИВНИЙ РОБОЧИЙ ПРОЦЕС
КЛАСИФІКАЦІЇ ЗА РОЗМІРОМ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ В БАРАБАНІ**

Daniuk Denys

3rd year student, group MBs-31

Scientific supervisor: Doctor of Engineering, Professor of DCRRM Naumenko Yu. V.

*National University of Water and Environmental Engineering
vul. Soborna, 11, Rivne, 33028*

Створено новий автоколивний робочий процес класифікації за розміром зернистого матеріалу в барабані. Показано, що застосування встановленого гідродинамічного ефекту самозбудження автоколивинь зернистого завантаження камери обертового барабана дозволяє інтенсифікувати, підвищити продуктивність та знизити енергоємність процесу класифікації шляхом посилення дилатансії та активізації пасивної частини завантаження.

The technological process of classifying granular material by size in a drum is used in the metallurgical, mining, chemical, building materials industries and other industries.

Drum screens are widely used to perform the classification process (Fig. 1). The working process of classifying granular material in a drum screen includes feeding the material into the drum chamber, removing the fine fraction through the screening surface by passing the fine fraction through a layer of material to the surface, passing the fine fraction particles through the calibrated holes of the surface and self-cleaning the holes, and removing the coarse fraction from the chamber.

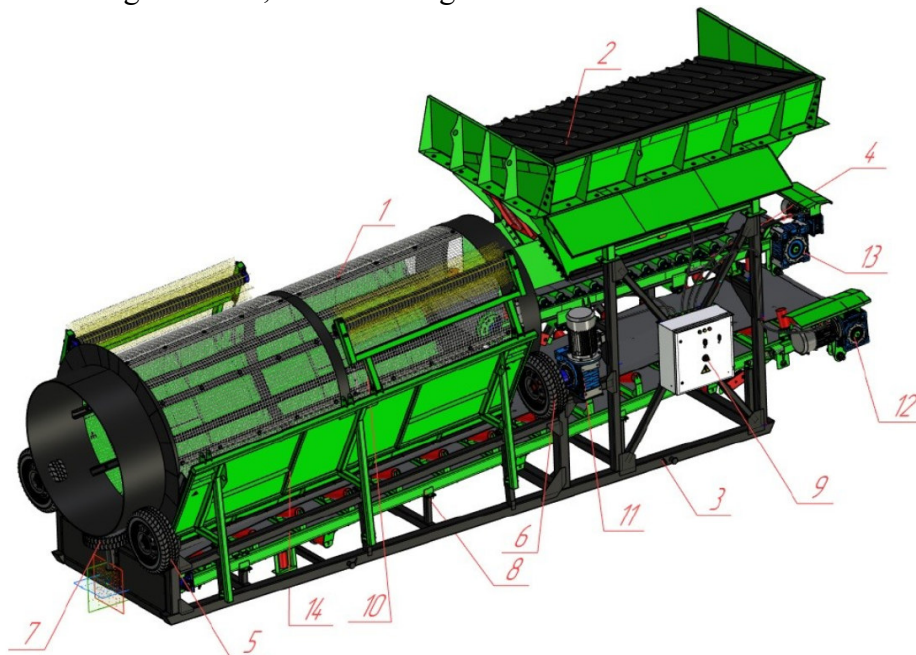


Fig. 1. Drum screen: 1 – drum, 2 – hopper with platform vibrators, a gate valve and a grate, 3 – frame, 4 – feeder conveyor with belt cleaning devices, 5 – idler wheel, 6 – drive wheel, 7 – thrust wheel, 8 – sub-grid conveyor with belt cleaning devices, 9 – control cabinet, 10 – drum cleaning device, 11 – drum gear motor, 12 – belt gear motor, 14 – removable drum slides

During the classification of granular material in a drum, the stages that significantly limit the process are the passage of the fine fraction through the material layer and the holes of the screening surface, and the self-cleaning of the holes. This is caused by the low intensity of relative motion during the circulation of the load in the rotating chamber.

In order to improve the process of classification of granular material, the parameters of the manifestation of the hydrodynamic effect of self-excitation of self-oscillations of the granular loading of the rotating drum chamber were discovered and established (Fig. 2). This phenomenon allows to bring into periodic pulsating motion and activate the passive part of the loading and significantly increase the intensity of interaction of particles of the processed medium with the working bodies and the surrounding environment.

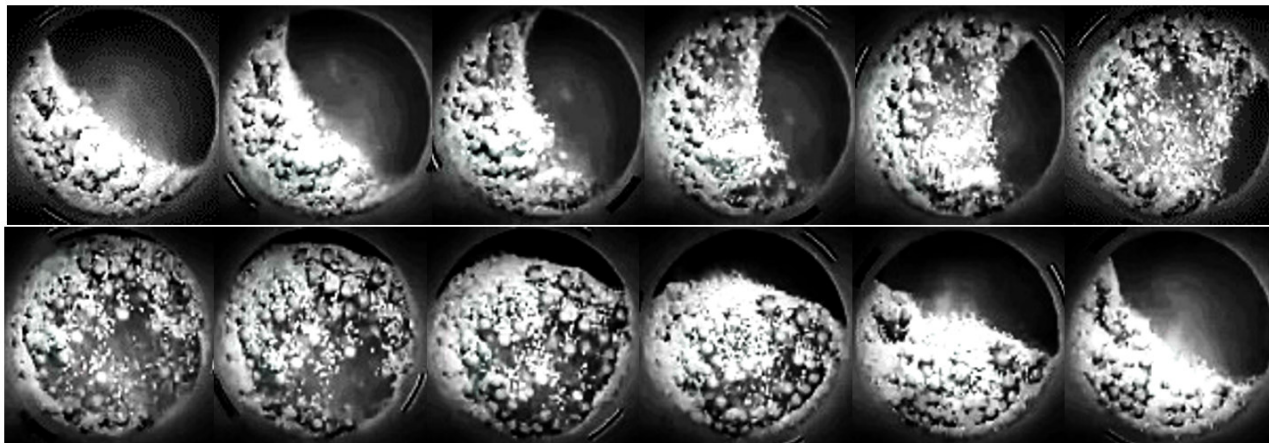


Fig. 2. Sequential pictures of the self-oscillating mode of motion of a polygranular loading chamber of a rotating drum for one oscillation period according to [1]



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **155100**

(13) **U**

(51) МПК

B07B 1/22 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
 ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
 "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
 ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2023 02425**
 (22) Дата подання заявки: **22.05.2023**
 (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **18.01.2024**
 (46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **17.01.2024, Бюл.№ 3**

(72) Винахідник(и):
Дейнека Катерина Юріївна (UA),
Науменко Юрій Васильович (UA)
 (73) Володілець (володільці):
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ,
 вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028 (UA)
 (74) Представник:
Чабан Віта Миколаївна

(54) СПОСІБ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ В БАРАБАНИ

Fig. 3. Patent 155100 UA

Based on the results obtained [2–7], scientists from the Rivne Technical Vocational College and the Department of Construction, Road and Reclamation Machinery, with the involvement of participants from the scientific circle of higher education students “Engineering of working processes of tumbling mills”, the National University of Water and Environmental Engineering, developed an innovative working process of self-oscillating classification of granular material in a drum [8]. The process was patented as a utility model (Fig. 3). The developed process involves the removal of fine fractions through the screening surface during the rotation of the drum with a bifurcation value of the self-excitation speed of auto-oscillations of the granular load in the cross section of the screening chamber.

The technical effect of self-excitation of self-oscillations of the intra-chamber granular loading of a drum screen was revealed:

- increasing the velocity gradient between individual layers of the loading;
- increasing the intensity of mutual intersection of particle motion trajectories;
- increasing the frequency of mutual collisions of particles;
- accelerating the passage of fine fractions through a layer of material and coming into contact with the screening surface;
- increasing the probability of fine fraction particles passing through calibrated holes of the surface;
- enhancing self-cleaning of holes;
- improving the classification of granular material that differs significantly in particle size.

In the future, it is planned to determine the influence of different modes of self-excitation of self-oscillations of the intra-chamber loading due to the loss of stability of movement on the efficiency of the process of classification by size of granular material in the drum.

1. Both H.-U. Mahlkörperbewegungen in der Kugelmühle [Motions of Grinding Elements in a Ball Mill]. 1966. IWF (Göttingen). [Video]. (06m:43s–07m:11s) YouTube. <https://doi.org/10.3203/IWF/C-921>

2. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the mechanism of stability loss of a two-fraction granular flow in a rotating drum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 4. Issue 1(118). P. 34–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263097>

3. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. The tumbling mill rotation stability. *Naukovyi Visnyk Nationalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. Issue 1(163). P. 60–68. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-1/10>

4. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the effect of decreased energy intensity of grinding in a tumbling mill during self-excitation of auto-oscillating of the intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. Issue 1(97). P. 6–15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155461>

5. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decrease in power intensity of self-oscillation grinding in a tumbling mill with decrease of intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 6. Issue 7(102). P. 43–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183291>

6. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decreased power intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill when the crushed material content in the intra-chamber fill is reduced. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 4. Issue 1(106). P. 39–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209050>

7. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of simultaneous reduction in the filling load inside a chamber and in the content of the crushed material on the energy intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1. Issue 1(109). P. 77–87. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224948>

8. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. Sposib klasyfikatsii zernystoho materialu v barabani [A method for classifying granular material in a drum] : Pat. No. 155100 UA MKP B07B 1/22. No. u202302425; declared: 22.05.2023; published: 17.01.2024, Bul. No. 3. 2024. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1780373/> (дата звернення: 11.03.2025).

UDK 621.926.5:539.215:531.36

INNOVATIVE SELF-OSCILLATING WORKFLOW FOR MIXING GRANULAR MATERIALS IN A DRUM

ІННОВАЦІЙНИЙ АВТОКОЛИВНИЙ РОБОЧИЙ ПРОЦЕС
ЗМІШУВАННЯ ЗЕРНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ В БАРАБАНІ

Lastovskyi Dmytro

3rd year student, group MBs-31

Scientific supervisor: Doctor of Engineering, Professor of DCRRM Naumenko Yu. V.

*National University of Water and Environmental Engineering
vul. Soborna, 11, Rivne, 33028*

Створено новий автоколивний робочий процес змішування зернистих матеріалів в барабані. Показано, що застосування встановленого гідродинамічного ефекту самозбудження автоколивинь зернистого завантаження камери обертового барабана дозволяє інтенсифікувати, підвищити продуктивність та знизити енергоємність процесу змішування шляхом посилення дилатансії та активізації пасивної частини завантаження.

The technological process of mixing the components of a mixture of granular materials is used in the metallurgical, mining, chemical, building materials industries, and other industries.

Drum mixers are widely used to perform the mixing process (Fig. 1). The working process of mixing granular materials includes feeding the mixture components into the drum chamber, uniform distribution of the components in the mixing volume by convective-diffusion, shear, impact and disintegration radial and axial mixing, and removal of the homogeneous mixture from the chamber.

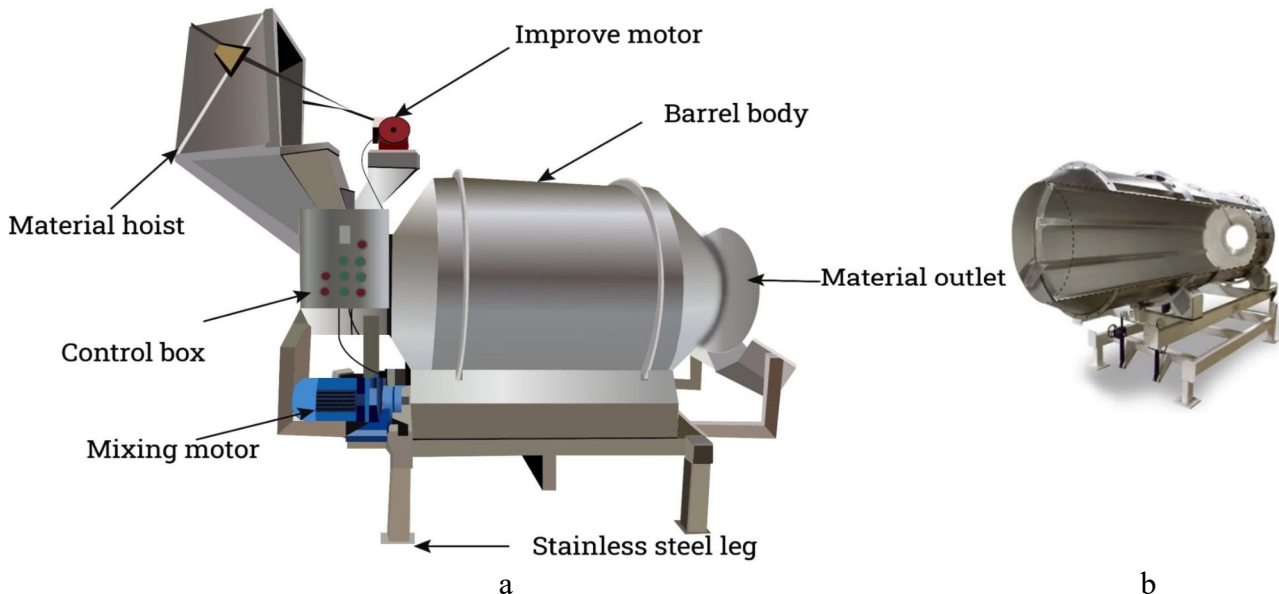


Fig. 1. Drum mixer: a – general view, b – section of the working chamber

During mixing of granular materials in a drum, the stage that significantly limits the process is the volumetric averaging (homogenization) of the individual components of the mixture in the mixing volume. This is caused by the low intensity of relative motion during the circulation of the load in the rotating chamber.

In order to improve the mixing process, the parameters of the manifestation of the hydrodynamic effect of self-excitation of auto-oscillations of the granular loading of the rotating drum chamber were discovered and established (Fig. 2). This phenomenon allows to bring into periodic pulsating motion and activate the passive part of the loading and significantly increase the intensity of interaction of particles of the processed medium with the working bodies and the surrounding environment.

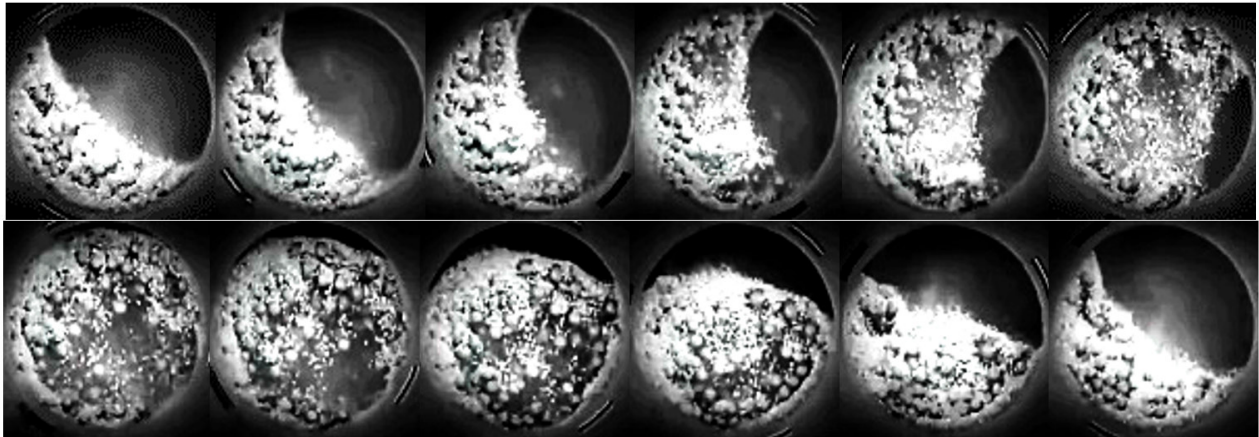


Fig. 2. Sequential pictures of the self-oscillating mode of motion of a polygranular loading chamber of a rotating drum for one oscillation period according to [1]



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **154571**

(13) **U**

(51) МПК

B01F 29/60 (2022.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
 ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
 "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
 ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2023 02393**
 (22) Дата подання заявки: **18.05.2023**
 (24) Дата, з якої є чинними
 права інтелектуальної
 власності: **23.11.2023**
 (46) Публікація відомостей
 про державну
 реєстрацію: **22.11.2023, Бюл.№ 47**

(72) Винахідник(и):
**Дейнека Катерина Юріївна (UA),
 Науменко Юрій Васильович (UA)**
 (73) Володілець (володільці):
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
 ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ,
 вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028 (UA)**
 (74) Представник:
Чабан Віта Миколаївна

(54) СПОСІБ ЗМІШУВАННЯ ЗЕРНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ В БАРАБАНАХ

Fig. 3. Patent 154571 UA

Based on the results obtained [2–7], scientists from the Rivne Technical Vocational College and the Department of Construction, Road and Reclamation Machinery, with the involvement of participants from the scientific circle of higher education students “Engineering of working processes of tumbling mills”, the National University of Water and Environmental Engineering, developed an innovative working process of self-oscillating mixing of granular materials in a drum [8]. The process was patented as a utility model (Fig. 3). The developed process involves the implementation of a uniform distribution of the mixture components in the volume during drum rotation with a bifurcation value of the self-excitation speed of auto-oscillations of the granular load in the cross section of the chamber.

The technical effect of self-excitation of auto-oscillations of the intra-chamber granular loading of a drum mixer was revealed:

- increase in the velocity gradient between individual layers of the mixture;
- increase in the intensity of mutual collisions of particles;
- emergence of additional mechanisms of the mixing process
- shear, impact and disintegration;
- activation of radial and axial mixing;
- strengthening of the smoothing ability of the feeding flows;
- leveling of fluctuations of the input flows of components in the finished mixture; - improvement of mixing of mixtures containing components with large differences in particle content and different physicochemical properties;
- reduction of segregation of components in the working zone.

In the future, it is planned to determine the influence of different modes of self-excitation of free-oscillations of the intra-chamber loading due to the loss of stability of movement on the efficiency of the process of mixing granular materials in the drum.

1. Both H.-U. Mahlkörperbewegungen in der Kugelmühle [Motions of Grinding Elements in a Ball Mill]. 1966. IWF (Göttingen). [Video]. (06m:43s–07m:11s) YouTube. <https://doi.org/10.3203/IWF/C-921>
2. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the mechanism of stability loss of a two-fraction granular flow in a rotating drum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 4. Issue 1(118). P. 34–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263097>
3. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. The tumbling mill rotation stability. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. Issue 1(163). P. 60–68. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-1/10>
4. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the effect of decreased energy intensity of grinding in a tumbling mill during self-excitation of auto-oscillating of the intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. Issue 1(97). P. 6–15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155461>
5. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decrease in power intensity of self-oscillation grinding in a tumbling mill with decrease of intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 6. Issue 7(102). P. 43–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183291>
6. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decreased power intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill when the crushed material content in the intra-chamber fill is reduced. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 4. Issue 1(106). P. 39–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209050>
7. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of simultaneous reduction in the filling load inside a chamber and in the content of the crushed material on the energy intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1. Issue 1(109). P. 77–87. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224948>
8. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. Sposib zmishuvannia zernystykh materialiv v barabani [A method for mixing granular materials in a drum] : Pat. No. 154571 UA. MKP B01F 29/60. No. u202302393; declared: 17.05.2023; published: 22.11.2023, Bul. No. 47. 2023. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1772392/> (дата звернення: 11.03.2025).

UDK 621.926.5:539.215:531.36

INNOVATIVE SELF-OSCILLATING WORKFLOW FOR WASHING GRANULAR MATERIAL IN A DRUM

ІННОВАЦІЙНИЙ АВТОКОЛИВНИЙ РОБОЧИЙ ПРОЦЕС
ПРОМИВАННЯ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ В БАРАБАНІ

Yaremov Oleksandr

3rd year student, group MBs-31

Scientific supervisor: Doctor of Engineering, Professor of DCRRM Naumenko Yu. V.

*National University of Water and Environmental Engineering
vul. Soborna, 11, Rivne, 33028*

Створено новий автоколивний робочий процес промивання зернистого матеріалу в барабані. Показано, що застосування встановленого гідродинамічного ефекту самозбудження автоколивань зернистого завантаження камери обертового барабана дозволяє інтенсифікувати, підвищити продуктивність та знизити енергоємність процесу промивання шляхом посилення дилатансії та активізації пасивної частини завантаження.

The technological process of washing granular material to remove cementing dispersed particles is used in the metallurgical, mining, chemical, building materials industries, and other industries.

Drum washing machines are widely used to perform the washing process (Fig. 1). The working process of washing granular material in a drum machine includes feeding the material into the drum chamber, irrigating it with water, removing the fine, cementing fraction together with the water by disintegrating the material by loosening and dispersing the fine fraction in water, and removing the washed material from the chamber.

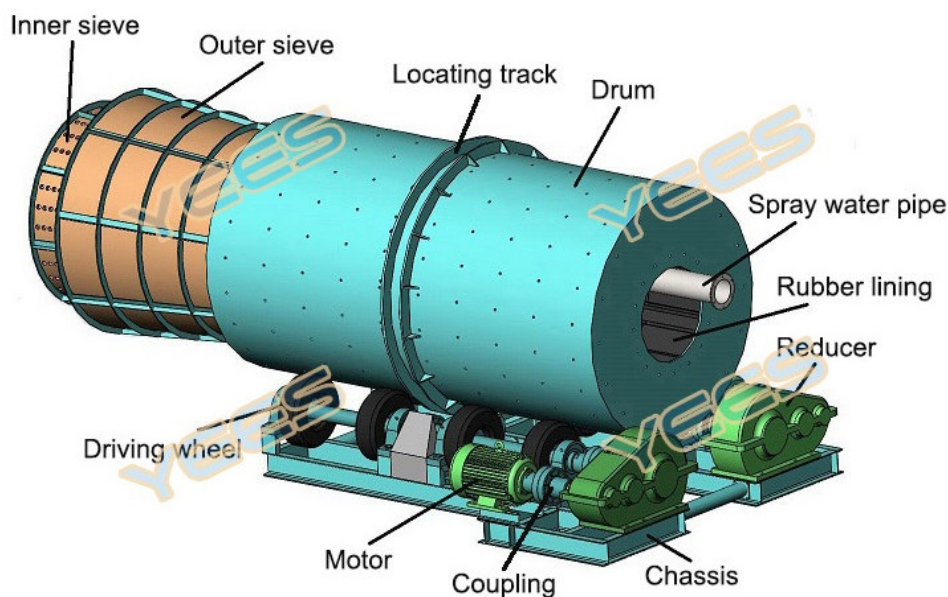


Fig. 1. Drum washing machine

During the washing of granular material in the drum, the stage that significantly limits the process is the disintegration of the material by loosening and dispersing in water the fine, cementing fraction. This is caused by the low intensity of relative motion during the circulation of the load in the rotating chamber of the machine.

In order to improve the process of washing granular material, the parameters of the manifestation of the hydrodynamic effect of self-excitation of auto-oscillations of the granular loading of the rotating drum chamber were discovered and established (Fig. 2). This phenomenon allows to bring into periodic pulsating motion and activate the passive part of the loading and significantly increase the intensity of interaction of particles of the processed medium with the working bodies and the surrounding environment.

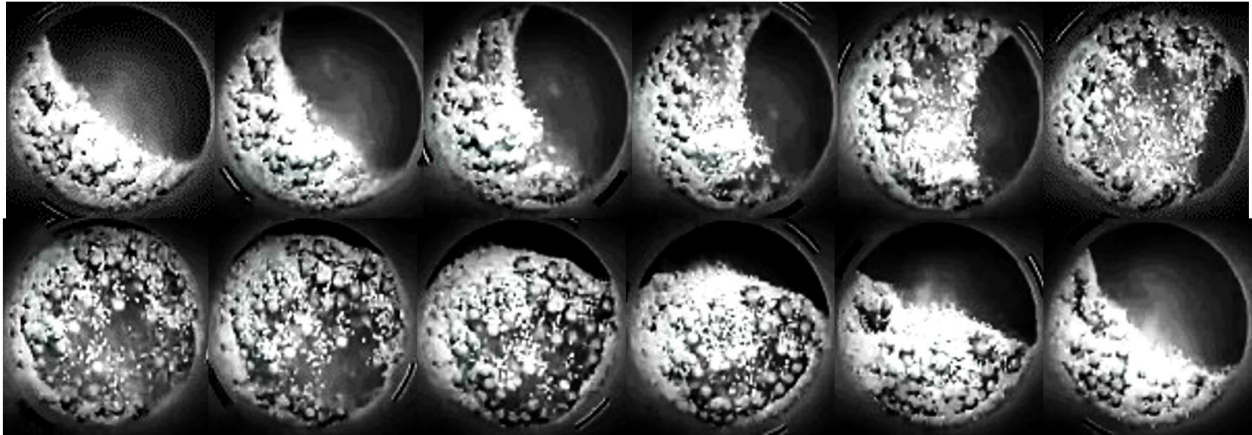


Fig. 2. Sequential pictures of the self-oscillating mode of motion of a polygranular loading chamber of a rotating drum for one oscillation period according to [1]



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **154576**

(13) **U**

(51) МПК

B03B 5/56 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
 ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
 "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
 ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2023 02490 (22) Дата подання заявки: 24.05.2023 (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 23.11.2023 (46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 22.11.2023, Бюл.№ 47	(72) Винахідник(и): Дейнека Катерина Юріївна (UA), Науменко Юрій Васильович (UA) (73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ, вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028 (UA) (74) Представник: Чабан Віта Миколаївна
---	--

(54) СПОСІБ ПРОМИВАННЯ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ В БАРАБАНИ

Fig. 3. Patent 154576 UA

Based on the results obtained [2–7], scientists from the Rivne Technical Vocational College and the Department of Construction, Road and Reclamation Machinery, with the participation of participants of the scientific circle of higher education students "Engineering of working processes of tumbling mills", the National University of Water and Environmental Engineering, developed an innovative working process of self-oscillating washing of granular material in the drum [8]. The process was patented as a utility model (Fig. 3). The developed process involves the removal of the fine-dispersed cementing fraction during the rotation of the drum with a bifurcation value of the self-excitation speed of auto-oscillations of the granular load in the cross section of the machine chamber.

The technical effect of self-excitation of self-oscillations of the intra-chamber granular loading of a drum washing machine was revealed:

- significant increase in the contact surface of particles;
- improvement of the contact of solid, which is in a suspended state, and liquid phases: - increased friction of material particles with each other;
- increase of the forces overcoming the adhesion forces of small cementing particles with large ones;
- acceleration of the separation of dispersed particles from the large fraction;
- increased disintegration of the material by loosening;
- increased dispersion in water of the fine cementing fraction;
- increase of the washing ability of the liquid medium;
- improved washing of materials containing difficult-to-wash inclusions;
- reduction of water consumption.

In the future, it is planned to determine the influence of different modes of self-excitation of auto-oscillations of the intra-chamber loading due to the loss of motion stability on the efficiency of the process of washing granular material in the drum.

1. Both H.-U. Mahlkörperbewegungen in der Kugelmühle [Motions of Grinding Elements in a Ball Mill]. 1966. IWF (Göttingen). [Video]. (06m:43s–07m:11s) YouTube. <https://doi.org/10.3203/IWF/C-921>
2. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the mechanism of stability loss of a two-fraction granular flow in a rotating drum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 4. Issue 1(118). P. 34–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263097>
3. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. The tumbling mill rotation stability. *Naukovyi Visnyk Nationalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. Issue 1(163). P. 60–68. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-1/10>
4. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the effect of decreased energy intensity of grinding in a tumbling mill during self-excitation of auto-oscillating of the intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. Issue 1(97). P. 6–15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155461>
5. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decrease in power intensity of self-oscillation grinding in a tumbling mill with decrease of intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 6. Issue 7(102). P. 43–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183291>
6. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decreased power intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill when the crushed material content in the intra-chamber fill is reduced. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 4. Issue 1(106). P. 39–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209050>
7. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of simultaneous reduction in the filling load inside a chamber and in the content of the crushed material on the energy intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1. Issue 1(109). P. 77–87. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224948>
8. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. Sposib promyvannia zernystoho materialu v barabani [A method for washing granular material in a drum] : Pat. No. 154576 UA. B03B 5/56. No. u202302490; declared: 24.05.2023; published: 22.11.2023, Bul. No. 47. 2023. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1772369/> (дата звернення: 11.03.2025).

UDK 621.926.5:539.215:531.36

INNOVATIVE SELF-OSCILLATING WORKFLOW FOR HEAT TREATMENT OF GRANULAR MATERIAL IN A DRUM

ІННОВАЦІЙНИЙ АВТОКОЛИВНИЙ РОБОЧИЙ ПРОЦЕС
ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ В БАРАБАНІ

Yarmoliuk Taras

3rd year student, group MBs-31

Scientific supervisor: Doctor of Engineering, Professor of DCRRM Naumenko Yu. V.

*National University of Water and Environmental Engineering
vul. Soborna, 11, Rivne, 33028*

Створено новий автоколивний робочий процес теплової обробки зернистого матеріалу в барабані. Показано, що застосування встановленого гідродинамічного ефекту самозбудження автоколивинь зернистого завантаження камери обертового барабана дозволяє інтенсифікувати, підвищити продуктивність та знизити енергоємність процесу теплової обробки шляхом посилення дилатансії та активізації циркуляції завантаження.

The technological process of heat treatment of granular material for solid-phase transformations is used in the metallurgical, chemical, building materials industries, and other industries.

Drum machines are widely used to perform the heat treatment process (Fig. 1). The working process of heat treatment of granular material in a drum machine includes feeding the material into the drum chamber, heating by external heat exchange and internal heat transfer, holding at the firing temperature, cooling and removing it from the chamber.

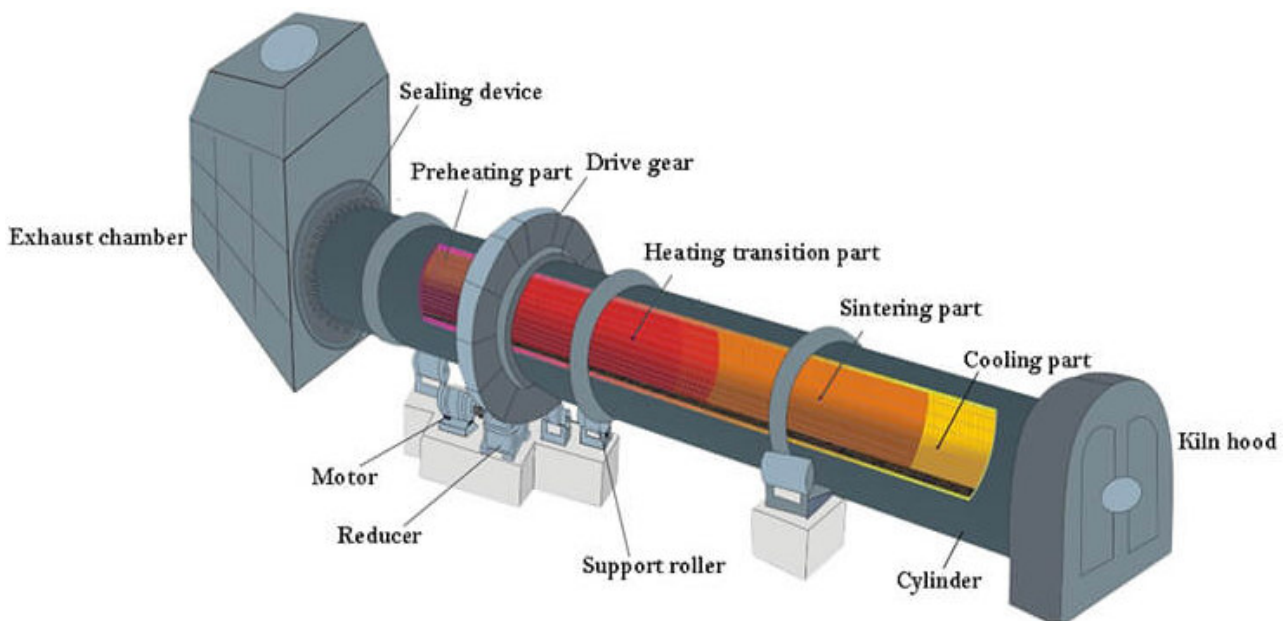


Fig. 1. Drum machine for heat treatment

During the heat treatment of granular material in a drum, the stages that significantly limit the process are external heat exchange and internal heat transfer. This is caused by the low intensity of relative motion during the circulation of the load in the rotating chamber of the drum machine.

In order to improve the heat treatment process, the parameters of the manifestation of the hydrodynamic effect of self-excitation of auto-oscillations of the granular loading of the rotating drum chamber were discovered and established (Fig. 2). This phenomenon allows to bring into periodic pulsating motion and activate the passive part of the loading and significantly increase the intensity of interaction of particles of the processed medium with the working bodies and the surrounding environment.

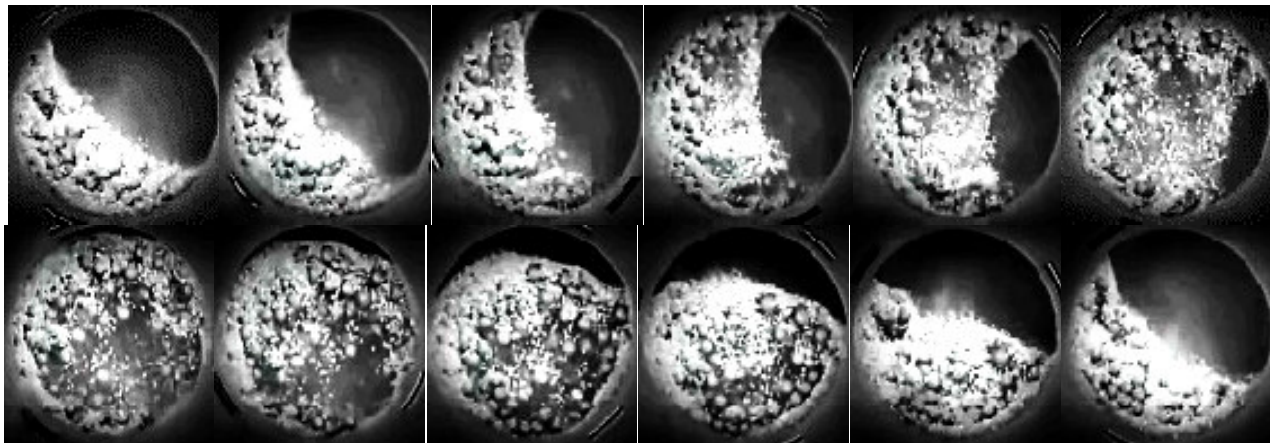


Fig. 2. Sequential pictures of the self-oscillating mode of motion of a polygranular loading chamber of a rotating drum for one oscillation period according to [1]



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **155101** (13) **U**
(51) МПК (2024.01)
F27B 7/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2023 02507	(72) Винахідник(и): Дейнека Катерина Юрївна (UA), Науменко Юрій Васильович (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.05.2023	(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ, вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 18.01.2024	(74) Представник: Чабан Віта Миколаївна
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 17.01.2024, Бюл.№ 3	

(54) СПОСІБ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ В БАРАБАНИ

Fig. 3. Patent 155101 UA

Based on the results obtained [2–7], scientists from the Rivne Technical Vocational College and the Department of Construction, Road and Reclamation Machinery, with the involvement of participants from the scientific circle of higher education students “Engineering of working processes of tumbling mills”, the National University of Water and Environmental Engineering, developed an innovative working process of self-oscillating heat treatment of granular material in a drum [8]. The process was patented as a utility model (Fig. 3). The developed process involves heating and holding during rotation of the drum with a bifurcation value of the self-excitation speed of auto-oscillations of the granular load in the cross section of the chamber.

The technical effect of self-excitation of self-oscillations of the intra-chamber granular loading of a drum machine for heat treatment was revealed:

- significant increase in the contact surface of particles;
- improvement of the contact of the solid phase, which is in a suspended pulsating state, and the gaseous phase;
- acceleration of heating,
- increase in the intensity of heat transfer,
- increase in external heat exchange, internal heat transfer and solid-state transformations,
- stabilization of the phase composition of the material,
- reduction in heat consumption.

In the future, it is planned to determine the influence of different modes of self-excitation of auto-oscillations of the intra-chamber loading due to the loss of motion stability on the efficiency of the implementation of the process of heat treatment of granular material in the drum.

1. Both H.-U. Mahlkörperbewegungen in der Kugelmühle [Motions of Grinding Elements in a Ball Mill]. 1966. IWF (Göttingen). [Video]. (06m:43s–07m:11s) YouTube. <https://doi.org/10.3203/IWF/C-921>
2. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the mechanism of stability loss of a two-fraction granular flow in a rotating drum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 4. Issue 1(118). P. 34–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263097>
3. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. The tumbling mill rotation stability. *Naukovyi Visnyk Nationalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. Issue 1(163). P. 60–68. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-1/10>
4. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the effect of decreased energy intensity of grinding in a tumbling mill during self-excitation of auto-oscillating of the intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. Issue 1(97). P. 6–15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155461>
5. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decrease in power intensity of self-oscillation grinding in a tumbling mill with decrease of intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 6. Issue 7(102). P. 43–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183291>
6. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decreased power intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill when the crushed material content in the intra-chamber fill is reduced. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 4. Issue 1(106). P. 39–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209050>
7. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of simultaneous reduction in the filling load inside a chamber and in the content of the crushed material on the energy intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1. Issue 1(109). P. 77–87. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224948>
8. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. Sposib teplovoi obrobky zernystoho materialu v barabani [A method for heat treatment of granular material in a drum] : Pat. No. 155101 UA. MKP F27B 7/00. No. u202302507; declared: 25.05.2023; published: 17.01.2024, Bul. No. 3. 2024. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1780416/> (дата звернення: 11.03.2025).

UDK 621.926.5:539.215:531.36

INNOVATIVE SELF-OSCILLATING GRINDING PROCESS IN A TUMBLING MILL

ІННОВАЦІЙНИЙ АВТОКОЛИВНИЙ РОБОЧИЙ ПРОЦЕС ПОДРІБНЕННЯ В БАРАБАННОМУ МЛИНІ

Zhabchyk Serhii

4th year student, group MBs-41

Scientific supervisor: Doctor of Engineering, Professor of DCRRM Naumenko Yu. V.

*National University of Water and Environmental Engineering
vul. Soborna, 11, Rivne, 33028*

Створено новий автоколивний робочий процес подрібнення зернистого матеріалу в барабанному млині. Показано, що застосування встановленого гідродинамічного ефекту самозбудження автоколивинь зернистого завантаження камери обертового барабана дозволяє інтенсифікувати, підвищити продуктивність та знизити енергоємність процесу подрібнення шляхом посилення дилатансії та активізації пасивної частини завантаження.

The technological process of fine grinding of solid dispersed materials is used in the mining, metallurgical, chemical, building materials industries, and other industries.

Tumbling mills are widely used to perform the grinding process (Fig. 1). The grinding process in a tumbling mill includes feeding the material to be ground into the drum chamber, disintegration by impacting, abrasion and crushing the grinding load, and passing the particles of the ground material through the gaps between the grinding wheels towards the removal point, and removal of the ground material from the chamber.

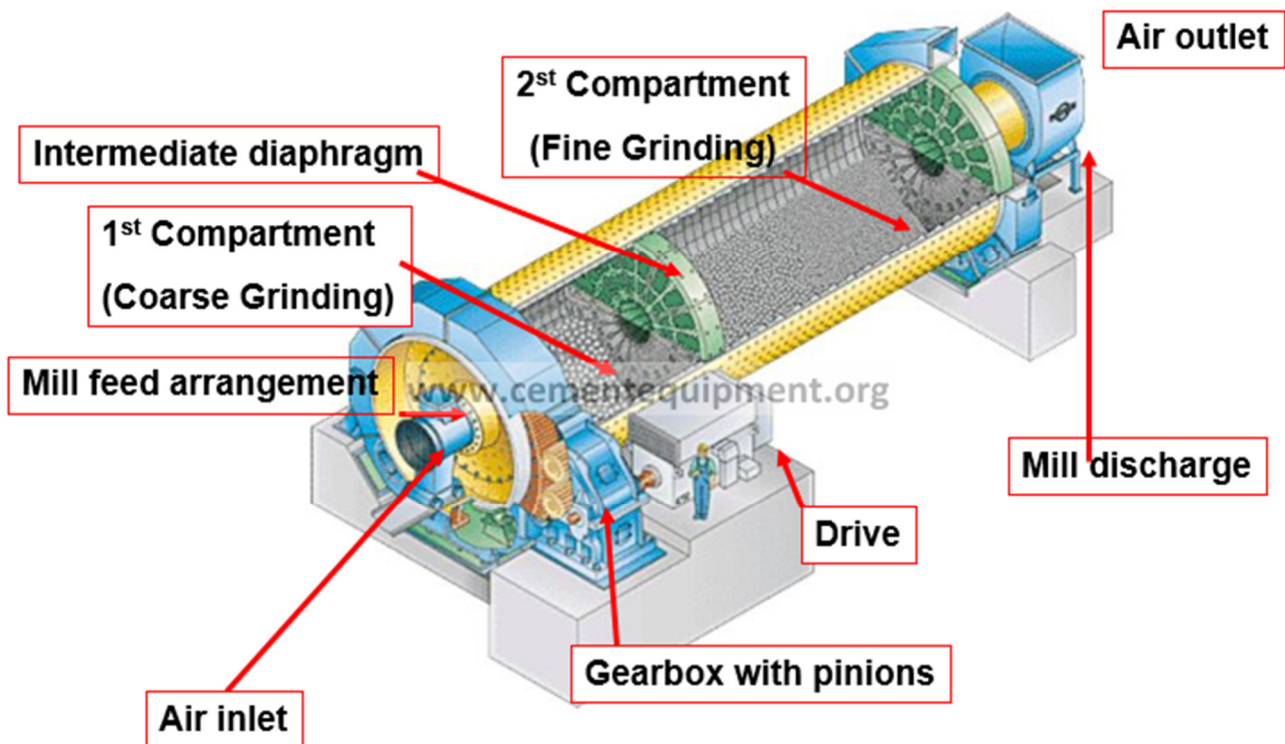


Fig. 1. Tumbling mill

During the grinding of material in a tumbling mill, the stage that significantly limits the process is disintegration. This is caused by the low intensity of relative motion during the circulation of the charge in the rotating chamber of the mill.

In order to improve the grinding process, the parameters of the manifestation of the hydrodynamic effect of self-excitation of self-oscillations of the granular loading of the rotating drum chamber were discovered and established (Fig. 2). This phenomenon allows to bring into periodic pulsating motion and activate the passive part of the loading and significantly increase the intensity of interaction of particles of the processed medium with the working bodies and the surrounding environment.

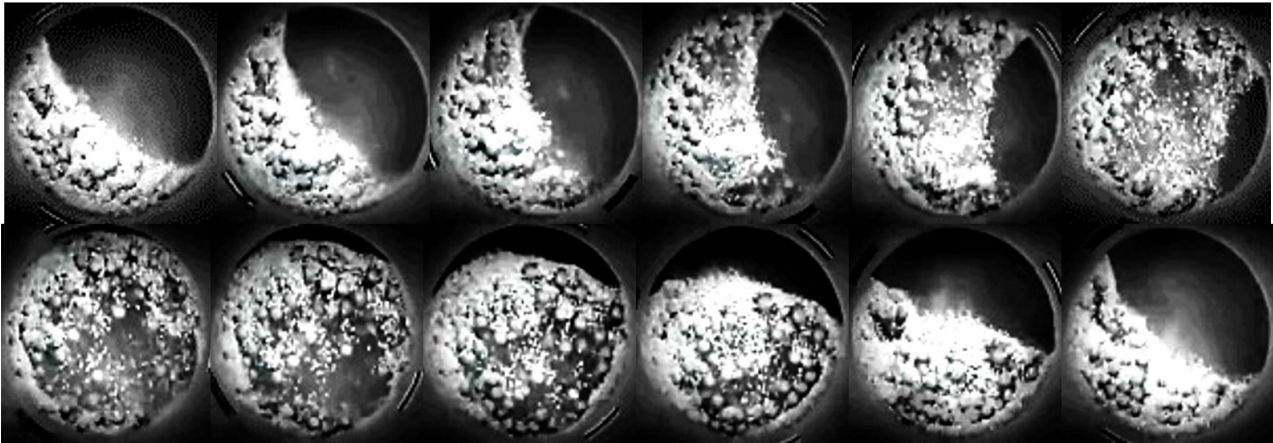


Fig. 2. Sequential pictures of the self-oscillating mode of motion of a polygranular loading chamber of a rotating drum for one oscillation period according to [1]



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 157646

(13) U

(51) МПК (2024.01)

B02C 17/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2024 03236 (22) Дата подання заявки: 19.06.2024 (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 07.11.2024 (46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 06.11.2024, Бюл.№ 45	(72) Винахідник(и): Дейнека Катерина Юріївна (UA), Науменко Юрій Васильович (UA) (73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ, вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028 (UA)
---	---

(54) СПОСІБ ПОДРІБНЕННЯ В БАРАБАННОМУ МЛІНІ ІЗ АВТОКОЛИВНИМ ВНУТРІШНЬОКАМЕРНИМ ЗАВАНТАЖЕННЯМ

Fig. 3. Patent 157646 UA

Based on the results obtained [2–7], scientists from the Rivne Technical Vocational College and the Department of Construction, Road and Reclamation Machinery, with the involvement of participants from the scientific circle of higher education students “Engineering of working processes of tumbling mills”, the National University of Water and Environmental Engineering, developed an innovative working process of self-oscillating grinding in a tumbling mill [8]. The process was patented as a utility model (Fig. 3). The developed process involves disintegration during drum rotation with a bifurcation value of the self-excitation speed of self-oscillations of the granular load in the cross section of the chamber.

The technical effect of self-excitation of self-oscillations of the intra-chamber granular loading of a drum mill was revealed:

- increased liquefaction of the granular intra-chamber loading in a suspended state
- decreased volume fraction and increased activity of the passive loading zone;
- prevention of the formation of a central core zone of particle segregation by size and shape, in which the loading does not participate in the disintegration process;
- increased shear rate gradient between individual layers of loading;
- increased intensity of mutual intersection of trajectories of loading particles;
- increased friction between grinding bodies and particles of crushed material;
- increased frequency of mutual collisions of grinding bodies and particles of crushed material;
- accelerated passage of particles of crushed material through the gaps between the grinding bodies towards the place of removal.

In the future, it is planned to determine the influence of different modes of self-excitation of self-oscillations of the intra-chamber loading due to the loss of stability of motion on the efficiency of the grinding process in a tumbling mill.

1. Both H.-U. Mahlkörperbewegungen in der Kugelmühle [Motions of Grinding Elements in a Ball Mill]. 1966. IWF (Göttingen). [Video]. (06m:43s–07m:11s) YouTube. <https://doi.org/10.3203/IWF/C-921>
2. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the mechanism of stability loss of a two-fraction granular flow in a rotating drum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 4. Issue 1(118). P. 34–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263097>
3. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. The tumbling mill rotation stability. *Naukovyi Visnyk Nationalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. Issue 1(163). P. 60–68. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-1/10>
4. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the effect of decreased energy intensity of grinding in a tumbling mill during self-excitation of auto-oscillating of the intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. Issue 1(97). P. 6–15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155461>
5. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decrease in power intensity of self-oscillation grinding in a tumbling mill with decrease of intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 6. Issue 7(102). P. 43–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183291>
6. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decreased power intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill when the crushed material content in the intra-chamber fill is reduced. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 4. Issue 1(106). P. 39–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209050>
7. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of simultaneous reduction in the filling load inside a chamber and in the content of the crushed material on the energy intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1. Issue 1(109). P. 77–87. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224948>
8. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. Sposib podribnennia v barabannomu mlyni iz avtokolyvnym vnutrishnokamernym zavantazhenniam [A method for grinding in a drum mill with self-oscillating intra-chamber loading] : Pat. No. 157646 UA. MKP B02C 17/00. No. u202403236; declared: 19.06.2024; published: 06.11.2024, Bul. No. 45. 2024. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1826100/> (дата звернення: 11.03.2025).

UDK 621.926.5:539.215:531.36

INNOVATIVE SELF-OSCILLATING WORKING PROCESS OF DRYING GRANULAR MATERIAL IN A DRUM

ІННОВАЦІЙНИЙ АВТОКОЛИВНИЙ РОБОЧИЙ ПРОЦЕС СУШІННЯ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ В БАРАБАНІ

Zhabchyk Serhii

4th year student, group MBs-41

Scientific supervisor: Doctor of Engineering, Professor of DCRRM Naumenko Yu. V.

*National University of Water and Environmental Engineering
vul. Soborna, 11, Rivne, 33028*

Створено новий автоколивний робочий процес сушіння зернистого матеріалу в барабані. Показано, що застосування встановленого гідродинамічного ефекту самозбудження автоколивинь зернистого завантаження камери обертового барабана дозволяє інтенсифікувати, підвищити продуктивність та знизити енергоємність процесу сушіння шляхом посилення дилатансії та активізації пасивної частини завантаження.

The technological process of convective drying of inorganic and organic granular material with moisture removal by evaporation is used in the metallurgical, mining, chemical, biological, agricultural, woodworking, building materials industries and other industries.

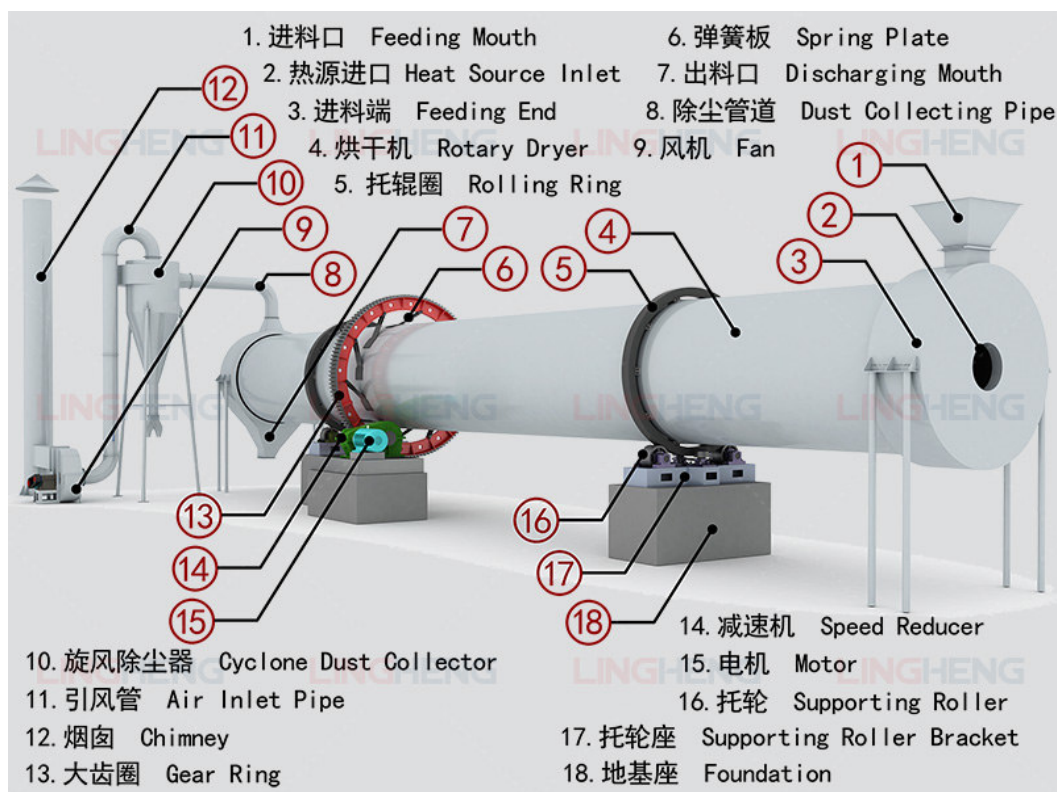


Fig. 1. Drying drum

Drying drums are widely used to perform the drying process (Fig. 1). The working process of drying granular material in a drum includes feeding the material and drying agent into the drum chamber, removing moisture from the material by evaporation through convective external heat and mass transfer, when the wet material interacts with the drying agent, and diffusive internal heat and mass transfer, when moisture passes from the central layers to the outer surface of the material, and removing the dried material from the chamber.

During drying of granular material in a drum, the stages that significantly limit the process are convective external heat and mass transfer, when the wet material interacts with the drying agent, and diffusive internal heat and mass transfer, when moisture passes from the central layers to the outer surface of the material. This is caused by the low intensity of relative motion during the circulation of the load in the rotating chamber of the drum.

In order to improve the drying process, the parameters of the manifestation of the hydrodynamic effect of self-excitation of auto-oscillations of the granular loading of the rotating drum chamber were discovered and established (Fig. 2). This phenomenon allows to bring into periodic pulsating motion and activate the passive part of the loading and significantly increase the intensity of interaction of particles of the processed medium with the working bodies and the surrounding environment.

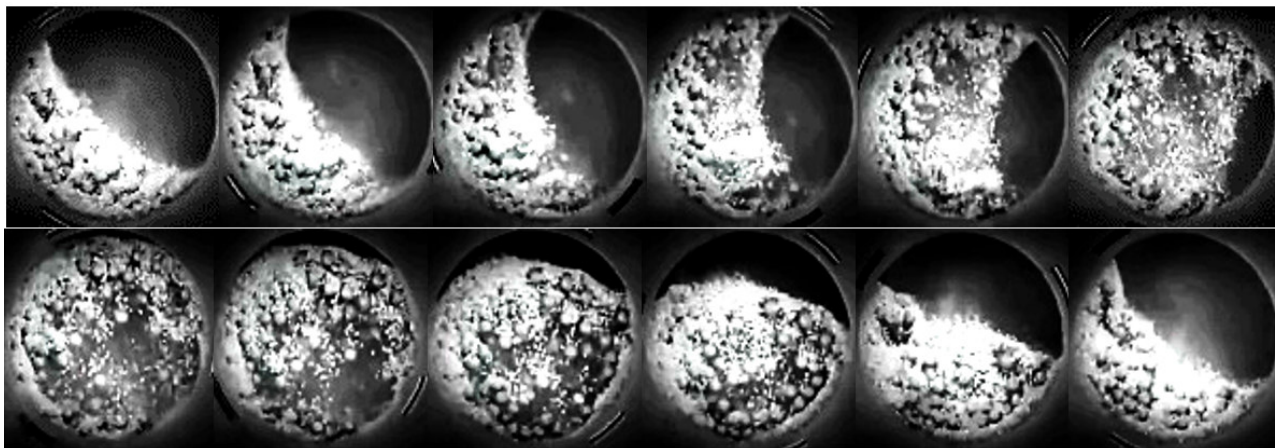


Fig. 2. Sequential pictures of the self-oscillating mode of motion of a polygranular loading chamber of a rotating drum for one oscillation period according to [1]



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **157220** (13) **U**

(51) МПК
F26B 11/04 (2006.01)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"**

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2024 00966 (22) Дата подання заявки: 26.02.2024 (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 19.09.2024 (46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 18.09.2024, Бюл. № 38	(72) Винахідник(и): Дейнека Катерина Юрївна (UA), Наumenко Юрій Васильович (UA) (73) Володілець (володілці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ, вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028 (UA)
--	---

(54) СПОСІБ СУШІННЯ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ В БАРАБАНИ

Fig. 3. Patent 157220 UA

Based on the results obtained [2–7], scientists from the Rivne Technical Vocational College and the Department of Construction, Road and Reclamation Machinery, with the involvement of participants from the scientific circle of higher education students “Engineering of working processes of tumbling mills”, the National University of Water and Environmental Engineering, developed an innovative working process of self-oscillating drying of granular material in a drum [8]. The process was patented as a utility model (Fig. 3). The developed process involves the removal of moisture during the rotation of the drum with a bifurcation value of the self-excitation speed of self-oscillations of the granular load in the cross section of the chamber.

The technical effect of self-excitation of auto-oscillations of the internal chamber granular loading of the drying drum was revealed:

- significant increase in the contact surface of particles;
- improvement of the contact of the solid, which is in a suspended state, and the gaseous phases;
- activation of external heat and mass exchange and internal heat and mass transfer;
- strengthening of the interaction of the material with the drying agent;
- acceleration of the passage of moisture from the central layers to the outer surface of the material;
- acceleration of moisture removal;
- increase in intensity and rigidity of the drying process mode;
- increase in the degree of filling of the drum chamber with the processed granular material.

In the future, it is planned to determine the influence of different modes of self-excitation of self-oscillations of the intra-chamber loading due to the loss of stability of movement on the efficiency of the drying process of granular material in the drum.

1. Both H.-U. Mahlkörperbewegungen in der Kugelmühle [Motions of Grinding Elements in a Ball Mill]. 1966. IWF (Göttingen). [Video]. (06m:43s–07m:11s) YouTube. <https://doi.org/10.3203/IWF/C-921>
2. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the mechanism of stability loss of a two-fraction granular flow in a rotating drum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 4. Issue 1(118). P. 34–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263097>
3. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. The tumbling mill rotation stability. *Naukovyi Visnyk Nationalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. Issue 1(163). P. 60–68. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-1/10>
4. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the effect of decreased energy intensity of grinding in a tumbling mill during self-excitation of auto-oscillating of the intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. Issue 1(97). P. 6–15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155461>
5. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decrease in power intensity of self-oscillation grinding in a tumbling mill with decrease of intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 6. Issue 7(102). P. 43–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183291>
6. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decreased power intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill when the crushed material content in the intra-chamber fill is reduced. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 4. Issue 1(106). P. 39–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209050>
7. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of simultaneous reduction in the filling load inside a chamber and in the content of the crushed material on the energy intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1. Issue 1(109). P. 77–87. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224948>
8. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. Sposib sushinnia zernystoho materialu v barabani [A method for drying granular material in a drum] : Pat. No. 157220 UA. MKP F26B 11/04. No. u202400966; declared: 26.02.2024; published: 18.09.2024, Bul. No. 38. 2024. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1818458/> (дата звернення: 11.03.2025).

Наукове видання

**ЗБІРНИК ТЕЗ
ВСЕУКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
«СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ:
ВИКЛИКИ МАЙБУТНЬОГО»**

2–4 квітня 2025 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.*