

# «Перспективи розвитку машинобудівної інженерії та транспортних технологій»

## СЕКЦІЯ 1. АВТОМОБІЛІ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

УДК 656.13

Д.Б. Бегерський, к.т.н.  
А.В. Пехоцька, студентка

*Державний університет «Житомирська політехніка»*

### ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ ПОКРАЩЕННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ М. ЖИТОМИР З УРАХУВАННЯМ ПЕРСПЕКТИВ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ

Місто Житомир має сприятливі передумови для подальшого соціально-економічного розвитку. До найважливіших конкурентних переваг, які визначають специфіку міста та створюють умови для його перспективного розвитку, відносяться [1]:

- сприятливе географічне положення. Відстань від Житомира до столиці України – міста Києва залізницею складає 165 км, автомобільними шляхами – 131 км. Житомир – великий транспортний вузол України. Згідно з Генеральною схемою планування території України та Постановою Кабінету Міністрів України про затвердження Концепції створення та функціонування мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні поблизу міста Житомира пройдуть траси двох міжнародних автомобільних транспортних коридорів. Траси згаданих транспортних коридорів в межах області проходять по існуючій автомобільній дорозі М – 06 сполученням Київ-Чоп (на Будапешт через Львів, Мукачеве, Ужгород). З півночі від міста, траси коридорів проходять по існуючій об'їзній дорозі;

- значний промисловий потенціал. В структурі промисловості найбільшу питому вагу має виробництво харчових продуктів та напоїв; текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри, виробів зі шкіри та інших матеріалів; виробництво гумових і пластмасових виробів, іншої неметалевої мінеральної продукції; металургійне виробництво, виробництво готових металевих виробів, крім машин і устаткування;

- наявність експортно-орієнтованих підприємств;

- значна кількість незадіяних виробничих приміщень та вільних земельних ділянок, придатних для ведення господарської діяльності, які є важливим ресурсом для залучення інвестицій, поповнення бюджету та створення нових робочих місць. В існуючих промзонах виявлено резервні території, які можуть бути використані для розміщення підприємств, щоза санітарними та планувальними вимогами потребують передислокації, розміщення малих підприємств, а також для формування нових промислово-комунальних та логістичних вузлів; наявність сировинної бази для харчової промисловості;

- наявність потужної структури нового типу – підприємництва, яке об'єднує малі підприємства та фізичних осіб і працюючих у них. Малі підприємства працюють практично в усіх видах економічної діяльності господарського комплексу: оптова торгівля, громадське харчування, операції з нерухомістю тощо;

- розвинена науково-технічна база, яка є тим ресурсом, що сприятиме становленню Житомира як інноваційно-технологічного центру;

- значна кількість установ освіти. Мережа вищих навчальних закладів різних рівнів акредитації та форм власності налічує 25 вищих навчальних закладів I-IV рівнів акредитації;

- розвинена мережа банківських установ;

- значний історико-культурний потенціал, який створює підґрунтя для формування міста як туристичного центру та створення повноцінної туристичної інфраструктури.

Усе це є передумовою для подальшого розвитку Житомира. Але, разом із тим, такий розвиток, означатиме суттєвий приплив нових фахівців, а, отже, і необхідність оновлення та подальшого розвитку житлового фонду міста. На даний час, можна визначити кілька основних перспективних зон житлового будівництва, де будівництво вже розпочато (рис. 1).

Очевидно, що після завершення будівництва і введення житлових комплексів в експлуатацію, а також після заселення цих житлових комплексів новими мешканцями, суттєво зміниться розподіл пасажиропотоків у місті. Врахування цих змін, а також змін у розташуванні точок тяжіння, є необхідною умовою для створення ефективної мережі громадського транспорту міста. Створення такої мережі неможливе без використання якісної транспортної моделі міста, яка могла б динамічно змінюватись для врахування усіх можливих факторів, що чинитимуть вплив на роботу транспорту.

Роботи над такою моделлю ведуться на кафедрі автомобілів і транспортних технологій у межах співпраці Державного університету «Житомирська політехніка» і Житомирської міської ради. Дана модель розроблена з використанням програмного середовища PTV Visum і включає такі елементи: модель транспортної пропозиції, яка містить усі дані існуючої транспортної мережі; модель транспортного попиту, яка базується на даних про джерела виникнення і поглинання транспортних потоків, види та причини поїздок, кількість поїздок, вибір виду транспорту та маршруту сполучення; результати моделювання – розрахунок усіх характеристик транспортної мережі, а також альтернативних сценаріїв її розвитку. Приклад такої моделі представлено на рис. 2.

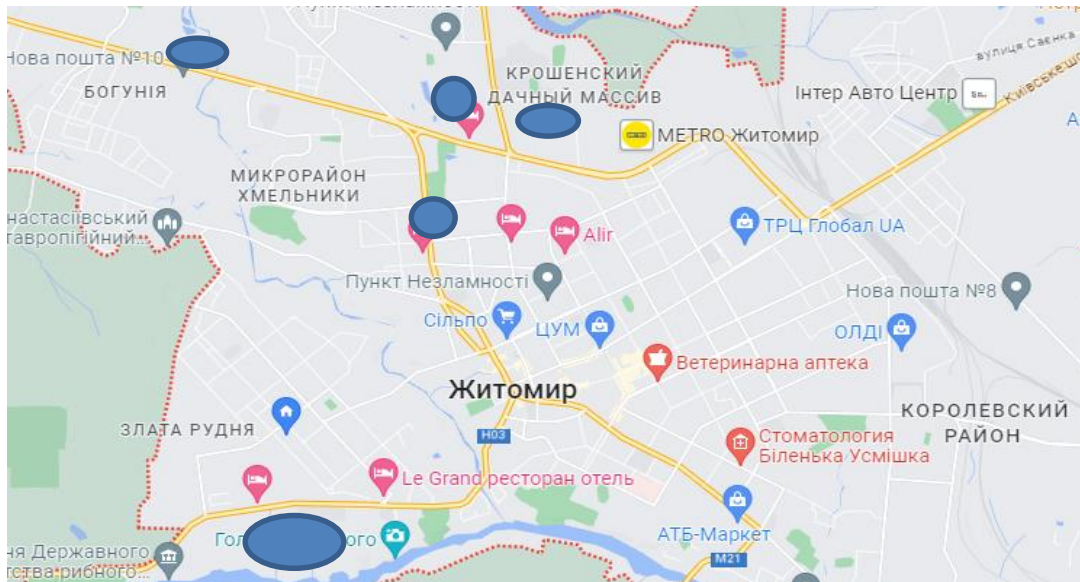


Рис. 1. Райони міста, де розпочато, або завершується житлове будівництво

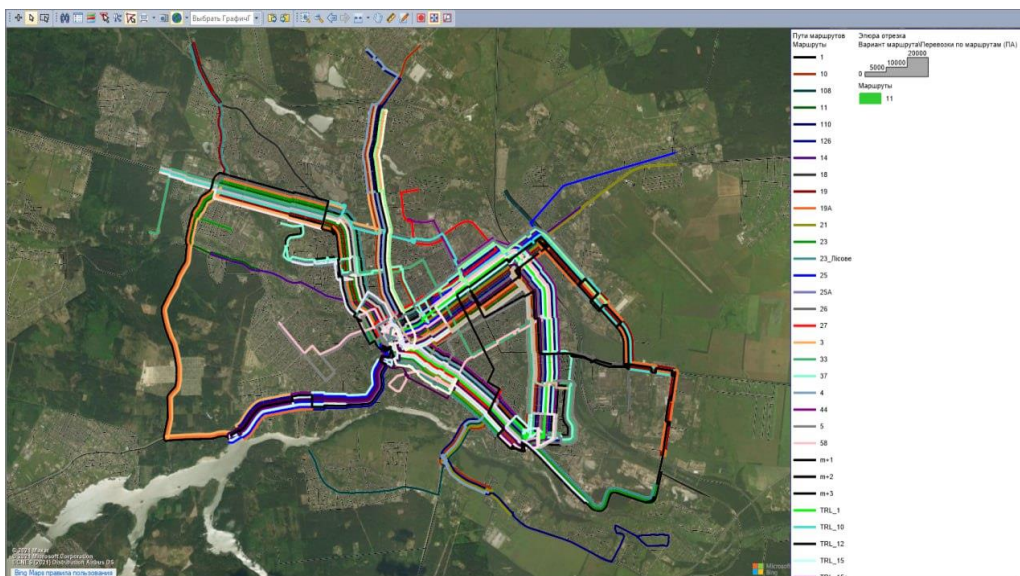


Рис. 2. Існуюча модель громадського транспорту м. Житомир

На даний момент, запропонована модель не містить інформації про перспективи житлової забудови, оскільки мала на меті інші завдання, а саме оптимізацію мережі громадського транспорту під наявні умови розташування центрів утворення і поглинання пасажиропотоків. Проте, очевидно, що на основі представленої моделі, можна легко і швидко створити альтернативний сценарій, який буде враховувати як перспективи житлової забудови міста так і можливі перспективні зміни у місцях зайнятості населення.

Отже, роботи над моделлю продовжуються і будуть спрямовані на врахування перспективи житлової забудови у місті для розробки мережі громадського транспорту.

**Список використаної літератури:**

1. <https://zt-rada.gov.ua/files/upload/sitefiles/doc1548080024.pdf>.

**І.В. Бельмас, д.т.н., проф.**  
**Д.Е. Зубко, студ., гр. МЕХ-22-1-Д**  
*Дніпровська державний технічний університет (м. Кам'янське)*  
**В.А. Яновський, доц.**  
**М.О. Павлюк, студ., гр. ПМК-26**  
*Державний університет «Житомирська політехніка»*

### МОДЕЛЬ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СИСТЕМИ АРМУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ШИНИ

Під тиском повітря в камері радіус автомобільної шини зростає. Зростають радіуси спіралеподібних елементів її армування. В них виникають сили розтягу. На кінцях дроту вона відсутня. Витки спіралі шини взаємодіють через гуму розташовану поміж ними. В гумі діють дотичні напруження які забезпечують рівновагу витків дроту армування шини. [1] Визначимо їх.

Нехай декілька співвісних спіралей армування мають однакову, цілу кількість витків та виготовлені з одного відтинку дроту. Площиною що проходить крізь кінцеві точки дроту та вісь спіралей розріжемо останні. Отримані відтинки дроту сумістимо з паралельними площинами та знехтуємо різницею їх довжин ( $L$ ). Отримаємо систему паралельних стрижнів розташованих з кроком  $a$  в  $N$  шарах ( $a$  – середній крок спіралей). Шари укладені з кроком  $b$  який дорівнює різниці радіусів суміжних спіралей.

Шарам надамо номери  $j$ . В кожному шарі –  $M$  стрижнів з номерами  $i$ . Стрижні гумою з'єднані в єдине пружне тіло формою близькою до похилої призми. Усереднений кут нахилу дорівнює середньому куту нахилу гвинтових осей відтинків дроту. Кути малі – знехтуємо ними. Отримаємо тіло у формі прямої призми.

Позначення величин що стосуються стрижнів, будемо наділяти індексами що містять потокові значення їх номерів в шарах ( $i$ ) та шару ( $j$ ). Введемо паралельно стрижням вісь координат  $x$ . Її початок сумістимо з перерізом кінця першого ( $i = 1$ ) відтинку дроту першого шару ( $j = 1$ ). Усі витки армування шини будемо вважати такими що знаходяться в рівновазі. Відповідно в рівновазі буде і довільний відтинки довільного  $ij$ -того стрижня безмежно малої довжини. В межах лінійного деформування – прийнятності лінійного закону Гука, деформування відтинків тільки вздовж власних осей, а гуми лише на зсув Рівняння рівноваги в переміщеннях переміщеннях, після ряду перетворень, має вигляд однорідної системи диференціальних рівнянь.

$$\frac{d^2 u_{i,j}}{dx^2} = \frac{G}{EF} \left( \frac{k_{G_a} a}{b-d} (u_{i-1,j} - 2u_{i,j} + u_{i+1,j}) + \frac{k_{G_b} b}{a-d} (u_{i,j-1} - 2u_{i,j} + u_{i,j+1}) + \right. \\ \left. + u_{i-1,j-1} - 4u_{i,j} + u_{i+1,j+1} + u_{i-1,j+1} + u_{i+1,j-1} \right), \quad (1)$$

де  $EF$  – жорсткість на розтяг дроту;  $G$  – модуль зсуву гуми;  $k_{G_a}$ ,  $k_{G_b}$  – коефіцієнти впливу форми гуми поміж стрижнями на значення її жорсткості на зсув.

Система однорідних рівнянь (1) складається з рівнянь зі розділюваними змінними. Прийнемо її рішення як добуток функцій залежних лише від координати  $x$  та функцій номерів  $i, j$ .

$$u_{i,j} = \left( \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{n=1}^{N-1} (A_{m,n} e^{\beta_{m,n} x} + B_{m,n} e^{-\beta_{m,n} x}) \cos(\mu_m (i - 0,5)) \cos(\chi_n (j - 0,5)) + \right. \\ \left. + \sum_{m=1}^{M-1} (A_{m,m} e^{\beta_{m,m} x} + B_{m,m} e^{-\beta_{m,m} x}) \cos(\mu_m (i - 0,5)) + \right. \\ \left. + \sum_{n=1}^{N-1} (A_{n,n} e^{\beta_{n,n} x} + B_{n,n} e^{-\beta_{n,n} x}) \cos(\chi_n (j - 0,5)) \right) + \frac{Px}{EF}, \quad (2)$$

де  $A_{m,n}$ ,  $B_{m,n}$ ,  $A_{m,m}$ ,  $B_{m,m}$ ,  $A_{n,n}$ ,  $B_{n,n}$  – масиви сталих коефіцієнтів;  $\mu_m = \frac{\pi m}{M}$ ;  $\chi_n = \frac{\pi n}{N}$ ;  $P$  – середні навантаження витків спіралі від тиску повітря в камері колеса;  $\beta_{m,m}$ ,  $\beta_{n,n}$ ,  $\beta_{m,n}$  – характеристичні показники;

$$\beta_{m,m} = \pm \sqrt{\frac{2G}{EF} (1 - \cos(\mu_m)) \left( \frac{k_{G_a} a}{b-d} + 1 \right)}; \beta_{n,n} = \pm \sqrt{\frac{2G}{EF} (1 - \cos(\chi_n)) \left( \frac{k_{G_b} b}{a-d} + 1 \right)}; \\ \beta_{m,n} = \pm \sqrt{\beta_{m,m}^2 + \beta_{n,n}^2}.$$

Відомі переміщення (2), закон Гука для відтинків дроту на розтяг дозволяють визначати закономірність розподілу сил поміж стрижнями.

$$p_{i,j} = EF \left( \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{n=1}^{N-1} (A_{m,n} e^{\beta_{m,n} x} - B_{m,n} e^{-\beta_{m,n} x}) \beta_{m,n} \cdot \cos(\mu_m (i-0,5)) \cos(\chi_n (j-0,5)) + \sum_{m=1}^{M-1} (A_{m,m} e^{\beta_{m,m} x} - B_{m,m} e^{-\beta_{m,m} x}) \beta_{m,m} \cos(\mu_m (i-0,5)) + \sum_{n=1}^{N-1} (A_{n,n} e^{\beta_{n,n} x} - B_{n,n} e^{-\beta_{n,n} x}) \beta_{n,n} \cos(\chi_n (j-0,5)) \right) + P \quad (3)$$

Напружений стан системи стрижнів розглянемо як складений з двох станів. Перший – усі стрижні навантажені рівними силами розтягу  $P$ . Другий – до двох стрижнів, кінці яких є кінцями спіралі, прикладемо по силі стиску  $-P$ . Кінці інших стрижнів уявні. Так кінці стрижнів перерізу  $x = 0$  в спіралі з'єднані з кінцями суміжних стрижнів кожного шару в перерізі  $x = L$ . Крайні з'єднані зі стрижнями нижчого шару – найближчої спіралі меншого радіусу. В наслідок нерозривності дроту сили навантажень в перерізах з'єднань рівні, переміщення рівні та протилежно спрямовані. Сформулюємо наведене у формі граничних умов та умов сумісності деформування умовних кінців відтинків неперервного дроту армування шини у формі співвісних спіралей.

$$\text{Коли } x=0 \quad p_{1,1} = -P, \quad \text{коли } x=L \quad p_{M,N} = -P, \quad (4)$$

$$\text{якщо } x=0 \quad u_{i,j} = - \begin{cases} u_{i+1,j}(z=0) & 1 \leq i < M \wedge j = 1,3,5,\dots,N-1 \\ u_{i-1,j}(z=0) & 2 \leq i \leq M \wedge j = 1,3,5,\dots,N-1 \end{cases}, \quad (5)$$

$$p_{i,j} = \begin{cases} p_{i+1,j}(z=0) & 1 \leq i < M \wedge j = 1,3,5,\dots,N-1 \\ p_{i-1,j}(z=0) & 2 \leq i \leq M \wedge j = 1,3,5,\dots,N-1 \end{cases}$$

$$\text{якщо } x = 0 \quad u_{1,1} = u_{M,N} = 0.$$

Граничні умови (4) та умови сумісності деформування (5), разом з виразами переміщень (2) та сил (3), становлять собою шукану модель напружено-деформованого стану системи армування автомобільної шини. Модель дозволяє визначати напруження в елементі армування та в гумі з комплексним урахуванням механічних властивостей дроту і гуми та схеми армування. Комплексне урахування напружень та властивостей складових шини як композиту дозволяє підвищувати ефективність її використання.

#### Список використаної літератури:

1. Табакова І.С. Геодезичне намотування корда шини з врахуванням її форми під навантаженням / І.С. Табакова // Сучасні проблеми моделювання. – 2015. – Вип. 4. – С. 137–142 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/cpm\\_2015\\_4\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/cpm_2015_4_27).

**ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПІШОХОДІВ НА НЕРЕГУЛЬОВАНИХ ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДАХ**

Підвищення безпеки пішоходів, як однієї з найбільш незахищених категорій учасників дорожнього руху знаходиться під особливим контролем національної поліції України.

Співробітники поліції проводять численні заходи по контролю за експлуатаційним станом пішохідних переходів. Кожне десяте з них проводилося за участю представників громадських організацій та соціально активних громадян. За результатами таких перевірок порушено справи про адміністративні правопорушення, щодо посадових і юридичних осіб.

Крім того, питання облаштування пішохідних переходів з ініціативи поліції перебувають на постійному контролі регіональних комісій, щодо забезпечення безпеки дорожнього руху. Запроваджуються додаткові заходи, здійснення яких дозволяє, в тій чи іншій мірі, підвищити безпеку дорожнього руху на пішохідних переходах і тим самим знизити аварійність на них [1].

До них відносяться: шумове обладнання пішохідних переходів, утримуючі огорожі для пішоходів, звукове сповіщення для обладнання пішохідних переходів, кольорове обладнання пішохідних переходів, застосування піднятих пішохідних переходів і багато іншого. Але статистично найбільшої небезпеки пішоходи зазнають при спробі перейти проїзну частину по нерегульованому пішохідному переході.

Для підвищення безпеки нерегульованих пішохідних переходів інформаційно-попереджувальний пристрій, який забезпечить безпеку переходу людей через пішохідні переходи і тим самим знизить аварійність на них. А також він забезпечить водіїв інформацією про наявність пішохідного переходу і пішоходів на переході.

Пристрій сповіщення для нерегульованого пішохідного переходу містить інформаційне табло, датчик руху, кнопку виклику, джерело живлення, блок управління зазначеним інформаційним табло з вбудованим засобом радіозв'язку для взаємодії з блоком управління аналогічного пристрою, що встановлюється на стороні проїжджої частини зустрічного напрямку руху.

Пристрій сповіщення для нерегульованого пішохідного переходу, представлено на рис. 1, містить блок управління (1), до якого підключений датчик руху (2) і кнопка виклику (3), що є джерелами сигналів включення пристрою в режим оповіщення. Засіб радіозв'язку (на малюнку не показано), вбудоване в блок управління (1) підключено до антени (4) і забезпечує синхронізацію включення декількох аналогічних пристроїв по радіоканалу.

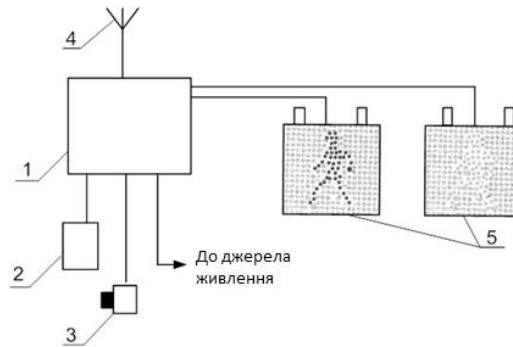


Рис. 1. Структурна схема пропонованого пристрою сповіщення для нерегульованого пішохідного переходу

Пропонований пристрій дозволяє підвищити безпеку руху на нерегульованих пішохідних переходах за рахунок підвищення уваги водіїв в момент перетину пішоходами проїзної частини. Функція переходу в режим оповіщення, тільки на час перетину пішоходами проїзної частини, знижує стомлюваність водіїв і забезпечує економію електричної енергії споживаної пристроєм. При цьому досягається економія електричної енергії споживаної пристроєм і зниження витрат на його монтаж та технічне обслуговування.

**Список використаної літератури:**

1. Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на нерегульованих пішохідних переходах / Ю.Д. Бодоряк, О.Л. Ляшук, О.П. Цюнь, М.С. Кристичук // Безпека дорожнього руху в умовах воєнного стану : матеріали Всеукраїнської наук.-прак. онлайн-конф. (в авторській редакції), (27 травня). – Кривий Ріг, 2022. – 148 с.

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО РОЗВИТКУ В МАЙБУТНЬОМУ**

Штучний інтелект (ШІ) вже знаходиться на передовій технологічних досягнень, і його потенціал у галузі громадського транспорту є величезним.

Перш за все, розглянемо кілька сфер, де впровадження може позитивно вплинути на громадський транспорт. Один з основних аспектів – це покращення системи управління транспортними потоками. Завдяки аналізу великих обсягів даних, збирається в реальному часі, системи здатні ефективніше прогнозувати попит на перевезення та оптимізувати маршрути транспортних засобів.

Далі, впровадження може допомогти в розвитку інтерактивної системи інформування пасажирів. Завдяки швидкому збору та обробці інформації, може надати точну і актуальну інформацію щодо розкладів руху транспорту, затримок, маршрутних змін і навіть прогнозу навантаженості на транспорті. Це дозволить пасажирам краще планувати свої поїздки та уникати зайвого очікування. Може забезпечити покращення безпеки в громадському транспорті. Наприклад, системи машинного зору можуть виявляти порушення правил дорожнього руху, перешкоди та аварійні ситуації, що дозволяє вчасно реагувати та запобігати можливим інцидентам. Додатково, застосування штучного інтелекту у системах відеоспостереження може сприяти виявленню підозрілих поведінкових моделей або потенційно небезпечних об'єктів, це впливатиме на підвищення рівня безпеки пасажирів.

Сприяття покращенню технічного обслуговування транспортних засобів. Алгоритми машинного навчання можуть виявляти певні проблеми з обладнанням та прогнозувати можливі витоки, поломки чи зношені деталі, що дозволяє проводити планове технічне обслуговування та уникнути непередбачуваних поломок. Це не лише зберігає час і ресурси, але й забезпечує безперебійну роботу транспортних засобів.

Щодо перспектив розвитку штучного інтелекту у громадському транспорті в майбутньому, можна очікувати подальшу автоматизацію транспортних систем. Запровадження безпілотних транспортних засобів, які будуть керуватися штучним інтелектом, стане реальністю. Це не лише забезпечить більшу точність і безпеку в руху, але й економію палива, зменшення заторів і зниження викидів шкідливих речовин. Штучний інтелект може сприяти розвитку інтегрованих мобільних додатків, які будуть забезпечувати пасажирів більш особистий та зручний досвід користування громадським транспортом. Ці додатки можуть аналізувати інформацію про поведінку та вподобання пасажирів, надавати індивідуальні рекомендації щодо оптимальних маршрутів, підказувати про доступність місць для сидіння, а також забезпечувати можливість безконтактної оплати проїзду.

У майбутньому, штучний інтелект може також бути використаний для вирішення проблеми перенавантаження транспортної системи. Алгоритми прогнозування та динамічного регулювання потоків можуть допомогти розподіляти навантаження між різними видами громадського транспорту, оптимізувати графіки руху та визначати найкоротші маршрути для зменшення заторів. Застосування штучного інтелекту в громадському транспорті також відкриває нові можливості для збільшення екологічної сталості. Наприклад, використання аналізу даних та прогнозування споживання енергії може допомогти оптимізувати енергоефективність громадського транспорту та зменшити викиди в атмосферу. Можливе впровадження транспорту на альтернативних джерелах енергії, який керується штучним інтелектом, що сприятиме зменшенню залежності від викопних палив та сприятиме сталому розвитку.

Однак, впровадження ШІ вимагає також вирішення деяких викликів та питань. Зокрема, потрібно забезпечити надійність та безпеку систем, що використовують ШІ. Важливо розробляти етичні стандарти і правила для використання ШІ у громадському транспорті, забезпечувати захист персональних даних пасажирів та уникати використання ШІ для маніпуляцій або дискримінації. Також важливо враховувати соціальний аспект впровадження ШІ у громадський транспорт. Необхідно забезпечити доступність та виключення цифрового розриву, зокрема для людей з обмеженими можливостями або тих, хто не володіє технологічними навичками. Усі ці питання вимагають спільних зусиль урядових органів, технологічних компаній, операторів громадського транспорту та суспільства загалом. Тільки шляхом співпраці та врахування інтересів всіх сторін можна забезпечити успішне впровадження ШІ у громадський транспорт.

Впровадження штучного інтелекту у громадський транспорт в майбутньому має великий потенціал для трансформації системи перевезень. ШІ може покращити управління транспортними потоками, забезпечити інформаційну підтримку для пасажирів, підвищити безпеку та зручність поїздок, та сприяти екологічній сталості.

### **Список використаної літератури:**

1. Проблеми з транспортними потоками і напрями їх розв'язання : тези доповідей // V Всеукраїнська науково-теоретична конференція. – Львів : Львівська політехніка, 2023

## **ВИКОРИСТАННЯ МАРКЕТИНГОВИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ**

Як показує світова практика і досвід нашої країни, питання підвищення якості потребують постійної уваги. Тому задача підвищення якості автотранспортної продукції є актуальною. Регулювання попиту на послуги вантажного автомобільного транспорту за допомогою вивчення потреб, що існують у потенційних клієнтів і подальшого пристосування всієї діяльності підприємств транспорту до найкращого задоволення цих потреб можливе за рахунок ряду маркетингових заходів. [1, 2]. Ринкова діяльність підприємств, в основі якої лежить концепція маркетингу, складається із ряду взаємопов'язаних елементів: аналіз потреб клієнтури та своєчасного і сучасного стану їх задоволення; перебудова діяльності підприємства для надання найбільш важливих послуг та підвищення їх якості; заходи по збуту та реалізації своїх послуг. Видно, що із перелічених елементів одним із напрямків маркетингової діяльності підприємства є підвищення якості автотранспортних послуг.

До недавнього часу продукція вантажного автомобільного транспорту мала в основному одну споживчу вартість, яка складалася в переміщенні вантажів у часі і просторі. Однак універсальне вимірювання продукції транспорту у тоннах і тонно-кілометрах не відображає в усіх сучасних формах роботи галузі автомобільного транспорту її корисного ефекту. На сьогодні вантажний автомобільний транспорт задовольняє потреби клієнтів не лише в послугах перевезення вантажів, але і в допоміжних послугах, які не входять безпосередньо до складу перевізного процесу, але пов'язані з ним і впливають на підвищення якості автотранспортного обслуговування. Прикладом таких послуг можуть бути послуги пакування та маркування вантажів, їх пакування, проміжне зберігання, надання вантажовласнику інформації тощо.

Одне лише розширення асортименту автотранспортних послуг, що відповідають вимогам клієнтів, є хоч і необхідною, але недостатньою умовою для підвищення якості обслуговування. Для цього автотранспортні підприємства повинні суворо дотримуватися виконання договірних умов, зобов'язань перед споживачами автотранспортних послуг, своєчасності та повноти їх виконання, забезпечення збереження вантажів як у процесі підготовки до перевезення, так і при безпосередній доставці. Однак одних зусиль транспортного підприємства, направлених на підвищення якості автотранспортного обслуговування, буває недостатньо, якщо вантажовідправники та вантажоодержувачі вантажу зі свого боку порушують договірні зобов'язання, що полягають у своєчасності підготовки вантажу до перевезення, своєчасності прийому тощо. Виходом із такого положення може бути подальше розширення асортименту автотранспортних послуг з метою вивільнення споживачів транспортної продукції від невластивих їм функцій, пов'язаних із транспортним процесом.

Таким чином, підвищення якості автотранспортного обслуговування можливе лише при сумісних зусиллях транспортних підприємств, вантажовідправників та отримувачів вантажу. Основними задачами підвищення ефективності функціонування та продуктивності транспортної галузі можна назвати такі:

- розвиток і підвищення ефективності використання матеріально-технічної бази;
- оптимізація структури парку рухомого складу та поліпшення його використання;
- удосконалення організації праці та виробництва;
- раціональне використання паливно-енергетичних, матеріальних, трудових та фінансових ресурсів;
- зниження собівартості перевезень;
- підвищення продуктивності праці;
- впровадження результатів наукових досліджень, що сприяють виконанню задачі оптимального використання ресурсів при задоволенні попиту та ринку транспортних послуг;
- міжгалузеве регулювання типу і кількості нового рухомого складу, пропускної здатності доріг, правил технічної експлуатації рухомого складу;
- розробка транспортними підприємствами економічної стратегії та тактики з урахуванням потреб і особливостей споживачів їх послуг.

Концептуальна модель управління ринком транспортних послуг наведена на рис. 1.

Загальними недоліками транспортної галузі можна назвати такі:

- повільний розвиток виробничо-технічної бази транспорту;
- не достатньо висока якість обслуговування;
- швидке зростання витрат на технічне обслуговування та ремонт рухомого складу;
- слабо розвинуті логістичні зв'язки між технічними службами та результатами їх діяльності.



Рис. 1. Концептуальна модель управління ринком транспортних послуг

Для усунення вказаних недоліків слід приділити увагу таким питанням, як розробка стратегії управління ресурсами, включаючи надійність парку рухомого складу, підтримку транспортного балансу, планування та управління ресурсами транспорту в умовах нестабільного зовнішнього середовища.

**Список використаної літератури:**

1. Нагорний С.В. Комерційна робота на транспорті : підручник / С.В. Нагорний, Н.Ю. Шраменко, Г.І. Нестеренко. – Х. : ХНАДУ, 2012. – 268 с.
2. Транспортна логістика. Складові транспортної логістики: Навч. посібник / М.І. Данько, Т.В. Бутько, А.М. Котенко та ін. – Харків: УкрДАЗТ, 2004.



**Ю.В. Жук, студент**  
**В.П. Онищук, к.т.н., доц.**  
**В.В. Стельмащук, к.т.н., доц.**  
*Луцький національний технічний університет*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИКИ**

У сучасному світі інформаційні системи (ІС) стають все більш важливими у всіх галузях економіки, включаючи міжнародні автомобільні перевезення. Вони можуть значно покращити ефективність логістики, оптимізуючи маршрути, контролюючи вантажі та забезпечуючи точний моніторинг усіх відправлень [1–2].

ІС допомагають перевізникам виконувати різноманітні завдання, включаючи планування маршрутів, моніторинг вантажів, а також контроль та прогнозування витрат [3]. Застосування таких систем може включати використання GPS для відстеження вантажів, програмного забезпечення для планування маршрутів та аналітичних інструментів для оптимізації логістичних процесів.

Інформаційні системи (ІС) можуть значно покращити ефективність логістики в різних аспектах. Вони можуть надавати різні переваги, включаючи підвищення точності, зниження витрат та покращення обслуговування клієнтів. Ось декілька способів, як ІС можуть вплинути на ефективність логістики:

**Автоматизація процесів:** ІС можуть автоматизувати різні логістичні процеси, включаючи замовлення, відстеження та доставку товарів. Це може знизити витрати на робочу силу, помилки людей та затримки.

**Підвищення точності:** ІС можуть надавати точні та актуальні дані про різні аспекти логістичного процесу. Це може покращити точність прогнозування, планування та прийняття рішень.

**Покращення обслуговування клієнтів:** ІС компанії можуть надавати краще обслуговування клієнтів, надаючи їм можливість відстежувати статус замовлень в реальному часі, отримувати автоматизовані оновлення та швидко вирішувати проблеми.

**Оптимізація маршрутів та складських операцій:** ІС можуть допомогти в оптимізації маршрутів доставки та складських операцій, що зменшує витрати на транспорт та зберігання.

**Збільшення видимості поставок:** ІС можуть надавати повну видимість всієї ланцюжка поставок, що дозволяє компаніям краще управляти запасами та реагувати на зміни в попиті та поставках.

ІС можуть бути інтегровані з іншими бізнес-системами, такими як системи управління відносинами з клієнтами (CRM), системи планування ресурсів підприємства (ERP) та системи управління ланцюгом поставок (SCM). Це дозволяє компаніям координувати свої дії та розподіляти інформацію між різними відділами та процесами.

**Аналіз даних та прогнозування:** Сучасні ІС можуть використовувати великі обсяги даних для аналізу тенденцій, прогнозування майбутніх потреб та виявлення можливих проблем. Це може допомогти компаніям зробити свої логістичні операції більш ефективними та прогнозованими.

**Підтримка прийняття рішень:** ІС можуть надавати важливу інформацію та інструменти для підтримки прийняття рішень на різних рівнях управління, від тактичного до стратегічного.

**Виклики та обмеження:**

Незважаючи на переваги, впровадження ІС у міжнародних автомобільних перевезеннях може стикнутися з рядом викликів, включаючи технічні проблеми, проблеми з безпекою даних та високі витрати на впровадження [4]. Однак, правильне планування та управління впровадженням можуть допомогти подолати ці виклики.

Впровадження та підтримка ІС можуть вимагати значних технічних ресурсів, включаючи обладнання, програмне забезпечення та ІТ-персонал [5].

Оскільки ІС збирають та обробляють великі обсяги даних, безпека даних є важливим питанням. Компанії повинні вживати заходів для захисту даних від несанкціонованого доступу та порушень [6].

Впровадження ІС може вимагати значних витрат, які можуть включати витрати на обладнання, програмне забезпечення, тренінгу.

Впровадження ІС може вимагати значних витрат, які можуть включати витрати на обладнання, програмне забезпечення, тренінги для співробітників та технічну підтримку [7]. Однак, довгострокові користі від підвищення ефективності можуть перевищувати ці витрати.

**Майбутнє ІС у міжнародних автомобільних перевезеннях:**

З розвитком технологій та зростаючими вимогами до ефективності логістики, роль ІС в міжнародних автомобільних перевезеннях буде лише зростати. Очікується, що вони будуть включати все більше функцій, включаючи автоматизацію процесів, прогнозування та оптимізацію, а також більшу інтеграцію з іншими бізнес-системами [8].

Впровадження ІС у міжнародних автомобільних перевезеннях може значно підвищити ефективність логістики. Хоча існують певні виклики та обмеження, переваги, що надає використання таких систем, можуть переважати над ними. Для успішного впровадження ІС необхідне належне планування, навчання персоналу та належне управління ризиками.

**Список використаної літератури:**

1. Rodrigue J.P. *The Geography of Transport Systems* / J.P. Rodrigue, C. Comtois, B. Slack. – Routledge, 2016. – 440 p.
2. Crainic T.G. *Intermodal transportation* / T.G. Crainic, K.H. Kim // Barnhart C., Laporte G. (eds) *Transportation Handbooks in Operations Research and Management Science*, vol 14. – Springer, 2007.
3. Tsamboulas D. *Assessment of a transport policy potential for intermodal mode shift on a European scale* / D.Tsamboulas, H.Vrenken, A.M. Lekka // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. – 2007. – Vol. 41, Issue 8. – P. 715-733.
4. Visser J. *E-commerce and the consequences for freight transport* / J.Visser, T.Nemoto // *A Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions* (eds K.J. Button, D.A. Hensher). – Elsevier, 2003. – P. 413–438.
5. Geerlings H. *A new method for assessing CO2-emissions from container terminals: a promising approach applied in Rotterdam* / H.Geerlings, R. van Duin // *Journal of Cleaner Production*. – 2011. – Vol. 19, Issue 6-7. – P. 657-666.
6. OECD. *ITF Transport Outlook 2019*. – OECD Publishing, Paris, 2019.
7. McKinnon A. *Decarbonizing logistics: Distributing goods in a low carbon world* / A. McKinnon. – Kogan Page Publishers, 2018. – 288 p.
8. Notteboom T. *The future of containerization: Perspectives from maritime and inland freight distribution* / T.Notteboom, J.P. Rodrigue // *GeoJournal*. – 2009. – Vol. 74, Issue 1. – P. 7-22.

**П.О. Ільюк, студент**  
**В.П. Онищук, к.т.н., доц.**  
**В.В. Стельмашук, к.т.н., доц.**

*Луцький національний технічний університет*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТІВ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ ТА ВИКИДІВ CO<sub>2</sub>**

Сучасний світ потребує ефективних і сталих способів доставки товарів. Один з шляхів досягнення цієї мети полягає в оптимізації маршрутів міжнародних автомобільних перевезень для зниження витрат та викидів CO<sub>2</sub>. У цьому контексті, дослідження спрямоване на вивчення методів оптимізації маршрутів, що можуть сприяти економічній ефективності та екологічній сталості транспорту [1]. У даному дослідженні будуть розглянуті методи оптимізації маршрутів, їх вплив на економіку та екологію, а також можливість реалізації оптимізації маршрутів у практиці.

Різні методи оптимізації маршрутів включають використання алгоритмів та програмного забезпечення, які можуть обрати найефективніші маршрути, враховуючи такі фактори, як відстань, час подорожі та викиди CO<sub>2</sub> [2]. Приклади методів оптимізації маршрутів включають:

Генетичні алгоритми:

Генетичні алгоритми (ГА) – це метод оптимізації, заснований на принципах еволюції та природного відбору. ГА використовуються для розв'язання різних задач, включаючи оптимізацію маршрутів, і можуть допомогти знайти найефективніший маршрут для міжнародних автомобільних перевезень, зменшуючи час подорожі та витрати на паливо [3]. Генетичні алгоритми використовують такі оператори, як селекція, кросовер (схрещування) та мутація для генерації нових рішень, які можуть покращити поточний маршрут.

Штучні нейронні мережі (НМ) – це методи оптимізації, що використовують моделі машинного навчання для розв'язання задач, таких як оптимізація маршрутів [4]. НМ можуть вивчити складні залежності між різними факторами, що впливають на ефективність маршрутів, і можуть враховувати різні обмеження, такі як викиди CO<sub>2</sub>, час подорожі та витрати на паливо.

Алгоритми мурашиного розв'язання (МР) є методом оптимізації, натхненним природними механізмами мурашиних колоній [5]. МР використовують феромони, які мурахи виділяють під час пошуку їжі, для розв'язання задач, таких як оптимізація маршрутів. Алгоритми МР можуть забезпечити глобальну оптимізацію, одночасно враховуючи локальні обмеження, такі як викиди CO<sub>2</sub>, час подорожі та витрати на паливо.

Алгоритми оптимізації зграями часток (ПСО) є методом глобальної оптимізації, який імітує соціальне поведінка зграї птахів або риб [6]. ПСО використовує колективні пошукові стратегії для знаходження найкращого маршруту, враховуючи різні обмеження, такі як викиди CO<sub>2</sub>, час подорожі та витрати на паливо. ПСО може адаптуватися до змінних умов та забезпечити швидке знаходження оптимальних рішень.

Ще одним важливим аспектом оптимізації маршрутів є розгляд трафіку та умов дорожнього руху. Використовуючи системи GPS та технології відстеження в реальному часі, можна визначити найкоротші маршрути і уникати заторів. Додатково, використовуючи історичні дані про трафік, можна прогнозувати, які маршрути будуть найбільш ефективними в певний час дня або тижня. Також, враховуючи погодні умови, особливо для довгих міжнародних перевезень, може допомогти уникнути можливих затримок або перешкод. Наприклад, уникнення маршрутів, де очікуються снігопади або грози, може покращити загальну ефективність перевезень та знизити витрати на паливо.

Оптимізація маршрутів міжнародних автомобільних перевезень може мати значний вплив на економічні та екологічні показники. Ефективні маршрути можуть зменшити кількість витраченого палива та знизити витрати на транспортні послуги [7]. Це може підвищити конкурентоспроможність компаній та забезпечити більш вигідні умови для споживачів.

Оптимізація маршрутів також може сприяти зниженню викидів вуглекислого газу, що має позитивний вплив на довкілля [8]. Зменшення викидів CO<sub>2</sub> може допомогти компаніям досягти цілей зменшення викидів та відповідати екологічним стандартам.

Реалізація оптимізації маршрутів у практиці. Сучасні інформаційні системи, такі як GPS та системи планування маршрутів, можуть допомогти спланувати маршрути ефективно та враховувати екологічні аспекти [9].

Компанії можуть співпрацювати для розробки спільних маршрутів та координації використання ресурсів, що може знизити загальні витрати та викиди CO<sub>2</sub> [10]. Співпраця може включати обмін даними, технологіями та ресурсами, а також розвиток спільних інфраструктурних проектів.

Персонал компаній повинен бути освічений та навчений щодо методів оптимізації маршрутів та екологічних аспектів перевезень [11]. Навчання може забезпечити, що персонал знає про нові технології, алгоритми та методи, що можуть покращити ефективність перевезень та знизити викиди CO<sub>2</sub>.

Окрім зниження витрат на паливо, оптимізація маршрутів може мати значний вплив на викиди CO<sub>2</sub>. За даними Міжнародного енергетичного агентства, транспорт відповідає за приблизно 24 % глобальних викидів CO<sub>2</sub> з викопного палива, а велика частина цих викидів походить від вантажних автомобілів.

Оптимізація маршрутів може знизити кількість пройдених кілометрів і, відповідно, обсяг споживання палива та викиди CO<sub>2</sub>. Додатково, використання більш ефективних типів транспорту, таких як електричні вантажівки або гібридні вантажівки, може допомогти зменшити викиди ще більше. Згідно з дослідженнями, електричні вантажівки можуть знизити викиди CO<sub>2</sub> на 30–40 % у порівнянні з традиційними дизельними вантажівками.

Методи машинного навчання та оптимізації маршрутів можуть також враховувати вибір транспортного засобу для конкретного завдання. Наприклад, для короткострокових перевезень в місті може бути більш вигідно використовувати електричні вантажівки, тоді як для довгих міжнародних перевезень можуть бути більш ефективними гібридні вантажівки або вантажівки з високоефективними двигунами внутрішнього згоряння.

Таким чином, впровадження оптимізації маршрутів в міжнародних автомобільних перевезеннях може мати значні переваги не тільки з економічної точки зору, але і з точки зору зменшення впливу на навколишнє середовище.

Оптимізація маршрутів міжнародних автомобільних перевезень є важливим напрямком досліджень у сфері транспортних технологій. Використання методів оптимізації маршрутів, таких як генетичні алгоритми, штучні нейронні мережі, алгоритми мурашиного розв'язання та алгоритми оптимізації зграями часток, може сприяти економічній ефективності та екологічній сталості транспорту. Щоб успішно реалізувати оптимізацію маршрутів у практиці, компанії можуть впроваджувати сучасні інформаційні системи, співпрацювати з іншими компаніями та проводити освіту та навчання персоналу.

#### **Список використаної літератури:**

1. Karaman S. Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands and Service Costs / S.Karaman, E.Frazzoli // IEEE Transactions on Automatic Control. – 2011. – Vol. 56, Issue 8. – P. 1859-1871.
2. Toth P. Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications / P. Toth, D. Vigo. – SIAM, 2014. – 368 p.
3. Holland J. H. Genetic algorithms / J.H. Holland // Scientific American. – 1992. – Vol. 267, Issue 1. – P. 66-72.
4. Hagan M.T., Neural Network Design / M. T. Hagan, H.B. Demuth, M.H. Beale. – PWS Publishing Company, 1996. – 1015 p.
5. Dorigo M. Ant Colony Optimization / M.Dorigo, T.Stützle. – MIT Press, 2004. – 319 p.
6. Kennedy J. Particle Swarm Optimization / J.Kennedy, R.C. Eberhart // Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks. – 1995. – P. 1942-1948.
7. Tsitsiklis J.N. Speedup of min-plus algorithms for routing in multistage networks / J.N. Tsitsiklis, M.O. Ball // IEEE Transactions on Automatic Control. – 1995. – Vol. 40, Issue 9. – P. 1610-1615.
8. Lackner M. Optimization of energy consumption and emissions in road transport: A review of measures for supporting decision making / M. Lackner // Energy, Sustainability and Society. – 2013. – Vol. 3, Issue 1. – P. 20.
9. Keskin M. A metaheuristic approach for the electric vehicle routing problem with time windows / M.Keskin, B.Çatay // Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. – 2011. – Vol. 47, Issue 6. – P. 849-860.
10. Crainic T.G. Planning models for freight transportation / T.G. Crainic, G.Laporte // European Journal of Operational Research. – 1997. – Vol. 97, Issue 3. – P. 409-438.
11. Demir E. An adaptive large neighborhood search heuristic for the Pollution-Routing Problem / E.Demir, T.Bektaş, G.Laporte // European Journal of Operational Research. – 2014. – Vol. 223, Issue 2. – P. 346–359.

## МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЯ НА ПАЛИВНИХ КОМІРКАХ В СЕРЕДОВИЩІ ADVISOR

Найбільший інтерес серед альтернативних палив викликає водень, який за енергоємністю перевищує нафтові палива в 2,5...3 рази, спирти – в 5...6 разів, аміак – у 7 разів [1]. У 2007 році компанія Toyota випустила перший гібридний автомобіль, що працює на водневих паливних комірках (Toyota Mirai) з електричним двигуном потужністю 113 кВт. Замість двигуна внутрішнього згоряння цей автомобіль має стек з паливними комірками, що виробляють електричний струм [2]. Транспортні засоби на паливних комірках (Fuel-cell electric vehicles FCEVs) з використанням водню відносяться до транспортних засобів з нульовими викидами.

В Державному університеті Житомирська політехніка моделюють автомобілі на водневих паливних комірках в програмному забезпеченні **Advanced Vehicle Simulator (ADVISOR)**. ADVISOR — це програма моделювання на основі MATLAB/Simulink для швидкого аналізу ефективності та економії палива легких і важких транспортних засобів із звичайними (бензин/дизель), гібридно-електричними, повністю електричними силовими агрегатами та трансмісіями на паливних елементах (комірках).

В цій роботі змодельований автомобіль на паливних комірках з вихідними даними, що представлені на рисунку 1. Для моделювання був обраний середньорозмірний автомобіль на водневих паливних комірках потужністю 110 кВт, оснащений літій-іонною батареєю, з передніми ведучими колесами і механічною коробкою передач.

Випробування автомобіля на паливних комірках за міським циклом (CYC\_UDDS) показано на рисунку 2. Основні характеристики циклу: час циклу: 1369 с; дистанція: 12 км; максимальна швидкість: 91,2 км/год; середня швидкість: 31,5 км/год.

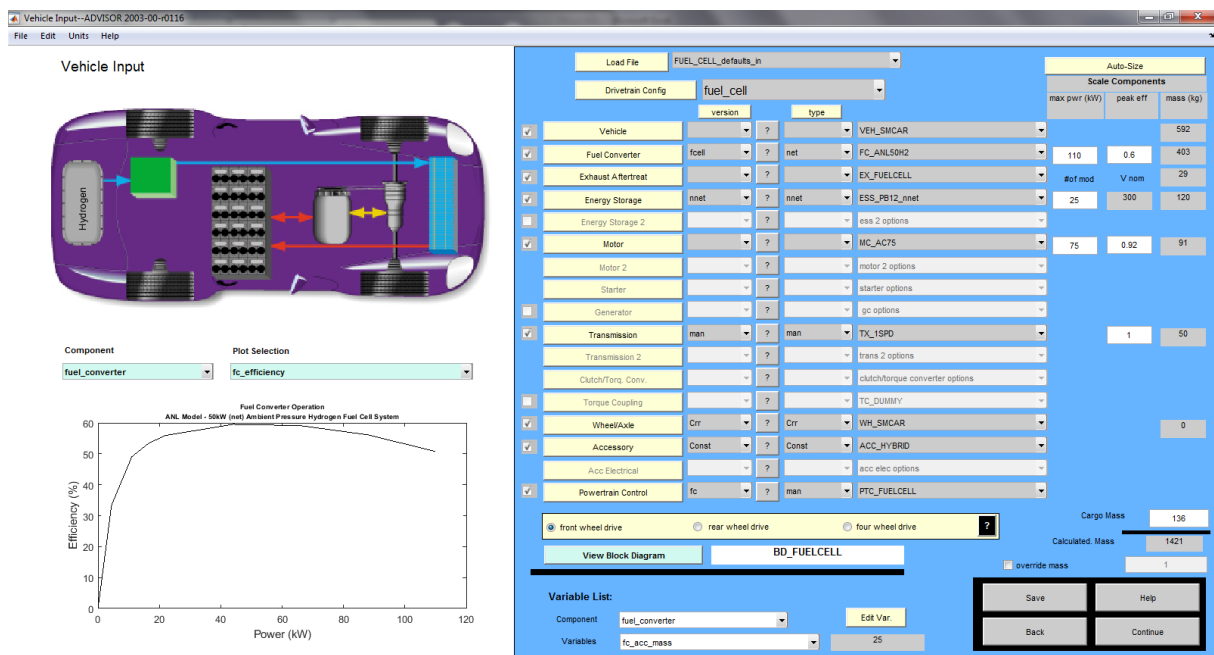


Рис. 1. Вихідні дані для моделювання автомобіля за міським циклом

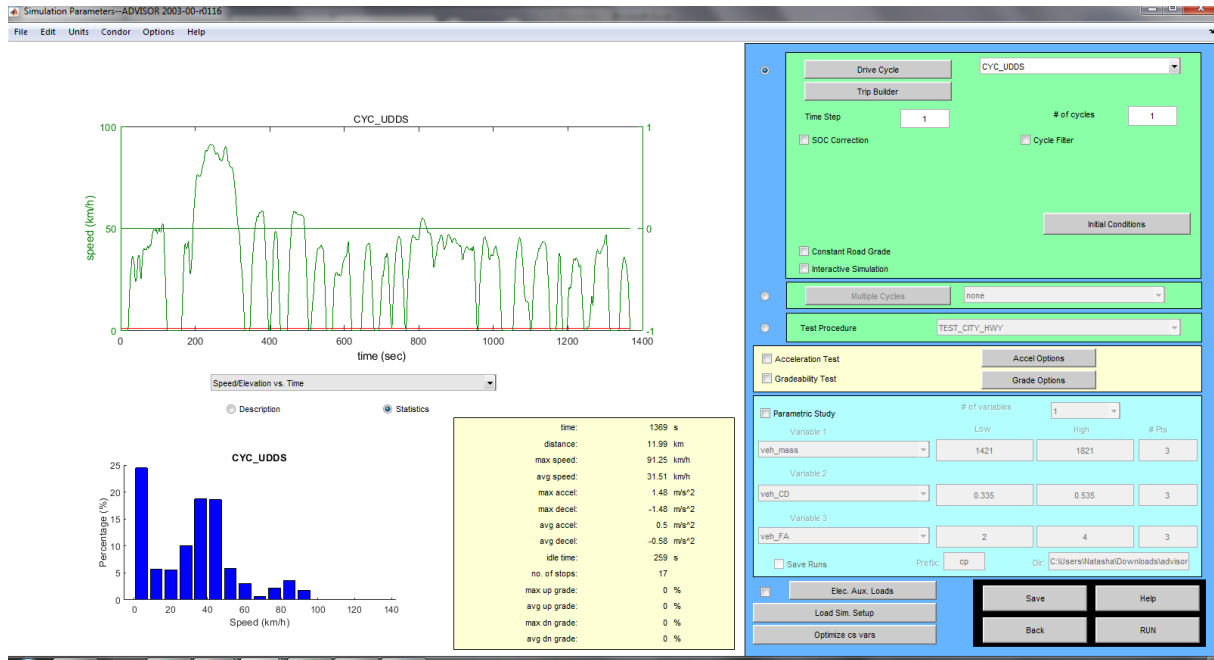


Рис. 2. Результати моделювання автомобіля за міським циклом

Автомобілі, що працюють на водневих паливних комірках екологічно безпечні, оскільки відходами від їх роботи є лише вода [2]. Проте водневі паливні комірки достатньо дорогі, оскільки потребують використання платинових матеріалів з високою каталітичною активністю.

Перспективними для України можуть стати паливні комірки з інших матеріалів. Такі комірки, на основі цирконію, розроблені в Київському інституті матеріалознавства ім. Францевича [3]. Також цьому сприяє наявність великої кількості в Україні двоокису цирконію – майже весь, що є у Північній півкулі. Крім того можна використовувати не тільки водень, але й інші альтернативні палива, наприклад біогаз [1].

#### Список використаної літератури:

1. Пилипенко М., Шльончак І.А., Єрмоленко В.О. Біогаз – альтернативне дизельне паливо. Режим доступу : <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU>.
2. Колодницька Р.В., Шумляківський В.П. Автомобілі на водневих паливних комірках. Мрія чи реальність для України? // Тези XIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» 26-28 жовтня 2020 року. Житомир. 2020. С. 34 -36.
3. Fuel cell vehicles in Ukrainian perspective / Kolodnytska R., Kravchenko A.P., Ilchenko A.V., Vasylyev O. // International Conference on Sustainable Materials and Energy Technologies – ICSMET 2019 12th - 13th of September 2019, P.30, Coventry, UK.

**А.О. Корпач, проф. каф. двигунів і теплотехніки, к.т.н., проф.**  
*Національний Транспортний Університет*  
**О.О. Левківський, інструктор з технічного навчання, к.т.н.**  
*ТОВ «Віннер Імпорте Україна ЛТД»*

### МЕТОДИКА ДІАГНОСТИКИ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ТИПУ COMMON RAIL ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВОГО ОСЦИЛОГРАФА

На більшості сучасних автомобільних дизелів використовується паливна апаратура типу Common Rail. Висока продуктивність даного типу паливної апаратури та точність дозування для кожного циліндру забезпечує мінімальну витрату палива та дозволяє виконувати вимог актуальних та перспективних екологічних стандартів.

Сучасне покоління паливних систем Common Rail має комбіновану систему регулювання тиску палива, що включає електронний клапан дозування палива вбудований в ПНВТ та електронний клапан регулювання тиску а паливній рейці. Дана конструкція дозволяє забезпечити оптимальний тиск в паливній рейці у широкому діапазоні швидкісних та навантажувальних режимів, низькі механічні втрати на привід ПНВТ, а також підтримувати оптимальну температуру палива як після запуску холодного двигуна при низьких температурах навколишнього середовища, так і при роботі двигуна в умовах високої температури [1]. Блок керування двигуном за допомогою датчика в паливній рейці постійно контролює тиск і у випадку відхилення від запрограмованого значення реєструє код помилки відповідно до Європейського стандарту ISO 15031-6:2015. Однак базуючись лише на даних бортової системи самодіагностики не завжди можливо однозначно визначити причину виникнення дефекту. Наприклад, типовими дефектами паливної апаратури дизеля є зниження продуктивності в результаті порушення герметичності ПНВТ, паливної рейки або форсунок. Залежно від дефектного компонента може знизитись продуктивність ПНВТ або частина вже стиснутого палива буде повертатись у паливний бак по лінії зворотного паливопроводу.

З метою компенсації зниження заданого тиску в паливній рейці блок керування двигуном в залежності від версії програмного забезпечення, швидкісного та навантажувального режимів буде змінювати сигнали керування клапанами дозування палива та тиску в паливній рейці для компенсації зниження тиску. Система перейде в аварійний режим та відповідний код помилки буде збережено в пам'яті блока керування, однак для визначення компонента в якому саме втрачається тиск необхідно виконати додаткове дослідження паливної апаратури.

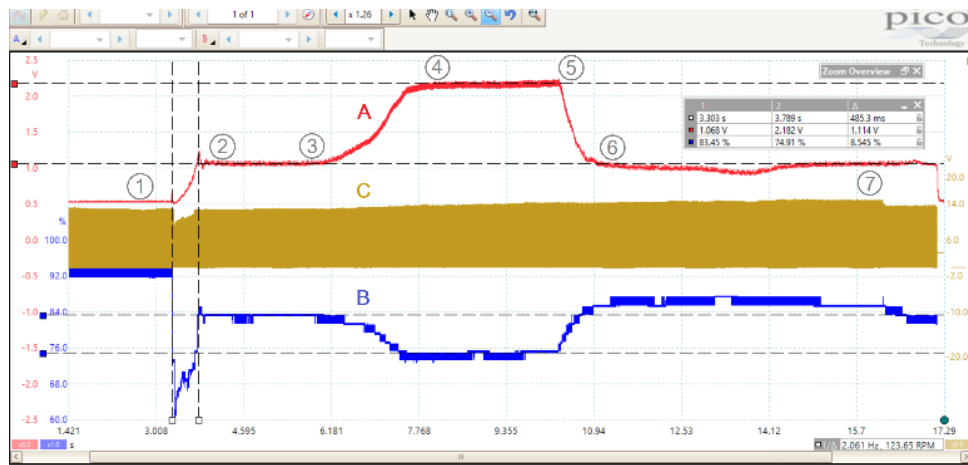


Рис. 1. Осцилограма зміни тиску в паливній рейці в процесі дослідження

Використання цифрового осцилографа для визначення описаного вище дефекту паливної апаратури Common Rail є універсальним методом та не залежить від адаптації компонентів та програмного забезпечення під певний двигун. Для оцінки продуктивності та герметичності паливної апаратури необхідно проаналізувати осцилограму зміни тиску палива в рампі (рис. 1). На осцилограмі записано зміну напруги датчика тиску (канал А), що пропорційна фактичному тиску в паливній рейці. Сигнал широтно-імпульсної модуляції на клапані керування тиском в паливній рейці (канал С) та розрахункову скважність даного сигналу (канал В).

В залежності від інтенсивності наростання та стабільності напруги на датчику тиску палива в рейці, яка залежить від частоти обертання колінчастого валу, що змінюється в процесі випробувань, можливо зробити висновки про ефективність роботи різних компонентів паливної апаратури та відповідність їх характеристик вимогам виробника. Зміна сигналу керування клапаном дозування палива, в свою чергу, дозволяє зробити висновки про корегування, що вносить блок керування для підтримання заданого тиску.

#### Список використаної літератури:

1. Самбур Е.О. Актуальність удосконалення діагностування дизелів із системою Common-Rail / Е.О. Самбур // Вісник НТУ. - 2016. - № 1. - С. 430-433. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu\\_2016\\_1\\_54](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu_2016_1_54).

## УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНО-СКЛАДСЬКИХ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Ефективне управління логістично-складськими процесами є важливим для успішної діяльності підприємства. Воно безпосередньо впливає на задоволення вимог клієнтів, операційні витрати та результуючі показники діяльності підприємства. Поряд з цим мінливі вимоги ринку та зростаюча складність ланцюгів постачання вимагають постійного удосконалення логістично-складських операцій підприємства з метою підвищення ефективності його діяльності.

Дослідники розглядають логістичний процес як взаємовизначену та взаємозалежну сукупність видів логістичної діяльності підприємства, послідовне виконання якої призводить до отримання ціннісного для споживача результату [1]. Логістичні процеси охоплюють операції, пов'язані як зі зміною параметрів розміщення, часу, форми, так і властивостей логістичних потоків [2].

Прикладами логістичних процесів є: доставка вантажу від постачальника до споживача, управління складськими операціями, прогнозування потреби в перевезеннях, а також процеси управління, що забезпечують ефективне планування, контроль та регулювання вантажних потоків. Логістична система, яка охоплює усі логістичні процеси на підприємстві, складається з підсистем, серед яких виокремлюють: транспортну, складську, інформаційну, логістичного обслуговування та логістичного менеджменту [1, 2]. Звідси доцільно стверджувати, що логістично-складські процеси, насамперед, відображають процеси складської підсистеми. З метою підвищення ефективності функціонування складської підсистеми підприємства запропоновано наступні напрями:

1. *Автоматизація.* Використання сучасних інформаційних технологій і автоматизованих систем для оптимізації та прискорення складських процесів. Сюди належить впровадження систем управління складом (WMS), систем автоматизованого збору та сортування вантажів, а також застосування автоматизованих засобів перевезення на складі. На думку науковців, це найефективніший метод скорочення витрат, оскільки він дозволяє оптимізувати та раціоналізувати управлінські функції на кожному етапі транспортно-складського процесу на підприємстві [3]. Крім того, використання сучасних програмних продуктів дає змогу суттєво пришвидшити прийняття управлінських рішень та підвищити їх якість, а також сприяє своєчасній ідентифікації потенційних проблем у логістичному ланцюзі [4].

2. *Оптимізація маршрутів.* Використання алгоритмів маршрутизації для оптимізації маршрутів доставки, що дозволяють скоротити час транспортування, зменшити витрати на паливо і підвищити ефективність доставки [3]. Сутність цього процесу полягає у знаходженні найбільш оптимальних маршрутів для доставки товарів або переміщення вантажів від постачальників до складу, а також від складу до споживачів.

3. *Впровадження аналітичних інструментів.* Застосування даного підходу до збору та аналізу даних про складські процеси допомагає виявити можливості для оптимізації, проблемні зони та приймати обґрунтовані рішення з метою підвищення продуктивності та ефективності.

4. *Управління запасами.* Впровадження системи ефективного управління запасами, що дозволяє зменшити витрати на складські приміщення, знизити ризик надлишкових запасів або їх відсутності, а також покращити точність прогнозування попиту. Так, впровадження концепції «точно в термін» (Just-in-Time) дозволяє мінімізувати витрати на утримання запасів і забезпечити більш ефективне використання складського простору. Використання програмних засобів управління запасами, в свою чергу, може покращити точність прогнозування попиту, планування та поповнення запасів, що сприятиме покращенню обслуговування клієнтів та зниженню витрат.

5. *Моніторинг ключових показників ефективності (KPI).* Виокремлення, таких як: відсоток виконання замовлень, своєчасна доставка, оборот запасів, використання місткості складу, та подальше відстежування відповідних KPI дозволяє отримати інформацію про тенденції, сфери для покращення та потенційні проблеми підприємства.

Удосконалення логістичної системи підприємства та її складових базується на принципах системного підходу, що передбачає інтеграцію та чітку взаємодію всіх її елементів [5].

Звідси доцільно стверджувати, що для досягнення ефективної організації логістично-складських процесів на підприємстві варто впроваджувати не один, а декілька із запропонованих заходів комплексно.

Отже, в результаті проведеного аналізу виділено пріоритетні напрями удосконалення логістично-складських процесів, впровадження яких сприятиме не тільки ефективному функціонуванню складської підсистеми підприємства, а також підвищуватиме його конкурентоспроможність.

### Список використаної літератури:

1. Пономаренко В.С. Логістичний менеджмент: Підручник / В.С. Пономаренко, К.М. Таньков, Т.І. Лепейко. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2010. – 440 с. Режим доступу: <http://surl.li/hkwo>
2. Тюріна Н.М. Логістика : навч. посіб. / Н.М. Тюріна, І.В. Гой, І.В. Бабій. – К. : Центр учбової літератури, 2015. – 392 с. Режим доступу: [http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4971/1/rozdil\\_3.pdf](http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4971/1/rozdil_3.pdf).
3. Аналіз доцільності впровадження «розумних» систем на складах / О.Д. Гульчак, І.В. Лисенко, Є.М. Шапенко, А.Т. Шевченко // Дороги і мости. – 2021. – Вип. 23. – С. 197–204.
4. Струнін В.В. Підвищення ефективності транспортно-складської діяльності підприємства / В.В. Струнін, М.М. Гиря // Ефективна економіка. – 2016. – № 2. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2016\\_2\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2016_2_27).
5. Удосконалення логістичних систем для забезпечення принципів стійкого розвитку підприємства / Курбацька Л., Кадирус І., Савенко О., Нечипоренко К. // Агросвіт. 2021. – № 7–8. DOI: 10.32702/2306&6792.2021.7-8.60.



### **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІНІЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ**

Протягом останніх років в Україні інтенсивно розвивається відносно новий напрямок діяльності підприємств автомобільного транспорту – перевірка технічного стану транспортних засобів. У зв'язку з цим, на ринок виходять відносно новий тип підприємств – лінії інструментального контролю. Враховуючи, що підприємства не мають значного досвіду у провадженні такого виду діяльності в процесі їх функціонування виникає ряд проблем, які гальмують їх розвиток.

В Україні відмічаються певні проблеми з проведенням обов'язкового контролю технічного стану транспортних засобів, серед найбільш розширених можна виділити такі:

- недостатня кількість місць для проведення технічного огляду: в окремих регіонах наявних станцій технічного огляду не вистачає для забезпечення повної кількості транспортних засобів, що перебувають на дорогах.
- корупція та недобросовісність працівників станцій технічного огляду: деякі працівники можуть отримати хабарі для проходження транспортних засобів без необхідного ремонту або перевірки.
- недостатня відповідальність власників транспортних засобів: у багатьох власників транспортних засобів не дотримуються правила технічної безпеки та забезпечення технічної готовності транспортних засобів до експлуатації. Відповідальність з їхнього боку може привести до аварій та небезпеки для інших користувачів доріг.
- відсутність технічної бази: деякі станції технічного огляду не мають необхідного обладнання та технічної бази для проведення якісного огляду транспортних засобів. Це можна призвести до неповного або некоректного огляду транспортних засобів [1].

Дана робота присвячена пошуку шляхів підвищення ефективності функціонування лінії інструментального контролю. Провівши детальний SWOT-аналіз їх діяльності, встановлено, ряд можливостей для підвищення ефективності функціонування таких підприємств:

- автоматизація контролю процесу. Використання автоматизованої системи контролю дозволяє суттєво знизити час, необхідний для перевірки транспортних засобів, та зменшити вплив людського фактора на результати перевірки. Наприклад, використання оптичних систем контролю дозволяє автоматично визначати ступінь зношення шин, без необхідності використовувати зразки або відхиляти вимірювання вручну.
- використання більш точного обладнання. Важливим аспектом ефективного функціонування лінії інструментального контролю є використання більш точного інструментарію. Наприклад, використання електронних динамометрів дозволяє забезпечити більш точний контроль за зусиллями при затягуванні болтів коліс транспортних засобів.
- організація ефективної системи планування робіт. Ефективна організація системи планування робіт, що забезпечує раціональне використання обладнання та людських ресурсів. Наприклад, можна забезпечити оптимальний розподіл завдань між різними лініями контролю, відповідно до їх потреб та можливостей.
- використання новітніх технологій. Використання нових технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання, інтернет речей тощо, дозволяє підвищити точність та ефективність контролю. Наприклад, за допомогою алгоритмів машинного навчання можна проаналізувати велику кількість даних про стан транспортного виклику та передбачити можливість несправностей або проблем з відповідними деталями.
- підвищення кваліфікації персоналу. Кваліфікований персонал є ключовим елементом ефективного функціонування лінії інструментального контролю. Персонал повинен мати необхідні знання та навички для виконання своїх обов'язків та вміти працювати з сучасним інструментарієм та обладнанням. Регулярні тренінги та навчання можуть допомогти персоналу підвищити свій рівень
- встановлення ефективної системи моніторингу та звітності. Система моніторингу дозволяє відстежувати ефективність роботи ліній інструментального контролю та вчасно виявляти несправності. Здатність є ключовим елементом системи моніторингу, що дозволяє аналізувати зібрані дані та приймати рішення щодо подальшого вдосконалення процесу контролю.
- впровадження єдиних стандартів для технічного огляду транспортних засобів, які забезпечують єдність підходів та прозорість процесу.

Ще одним інструментом підвищення ефективності функціонування лінії інструментального контролю є система якості підприємства. Незважаючи на те, що проведення робіт з перевірки технічного стану транспортних засобів, в рамках обов'язкового контролю, відповідно до законодавства України можуть

здійснювати підприємства, які акредитовані на відповідність вимогам ДСТУ ISO/EN 17025:2019, здебільшого система якості на таких підприємствах не є ефективним інструментом управління.

Для забезпечення якості робіт з перевірки технічного стану автомобілів, які виконуються на лініях інструментального контролю, можуть бути використані наступні підходи:

- впровадження інформаційної системи. Використання спеціальної інформаційної системи дозволяє відстежувати процеси контролю, а також охорони та аналізувати дані про технічний стан автомобілів, що також дозволяє виявляти та використовувати можливості проблем.

- контроль якості. Застосування системи контролю якості на всіх етапах проведення робіт, починаючи з перевірки робочої поверхні обладнання та завершуючи оцінку результатів, дозволяє виявляти та використовувати можливості невідповідності встановленим стандартам.

- підвищення кваліфікації працівників. Організація регулярних тренінгів, семінарів та практичних занять дозволить підвищити кваліфікацію працівників, які займаються перевіркою технічного стану автомобілів, та забезпечити їх компетентність уніфікованих робіт.

- взаємодія з виробниками транспортних засобів. Організація взаємодії з виробниками транспортних засобів та проведення регулярних заходів на їх заводах може забезпечити контроль якості технічного стану автомобілів та унеможливити продаж транспортних засобів з невідповідністю вимогам.

Для забезпечення функціонування лінії інструментального контролю необхідно наступні елементи:

- персонал;
- обладнання, засоби вимірювальної техніки, устаткування;
- нормативно-технічна документація, стандарти, методики випробувань, тощо;
- приміщення, споруди, умови проведення випробувань.

У порядку важливості для забезпечення якості робіт за технічним оглядом транспортних засобів можна розташувати ці елементи наступним чином:

1) Персонал – якісно підготовлений персонал є ключовим фактором успішної та надійної роботи лінії інструментального контролю. Співробітники повинні мати відповідну кваліфікацію та проходити регулярне навчання.

2) Нормативно-технічна документація – необхідна для визначення стандартів технічного огляду, а також для правильної інтерпретації результатів контролю.

3) Обладнання – необхідно мати належне обладнання для проведення технічного огляду транспортних засобів. Якісне і сучасне обладнання може допомогти забезпечити точність результатів контролю.

4) Методика проведення огляду – необхідно мати належну методику проведення технічного огляду транспортних засобів. Це допоможе уникнути пропусків та помилок під час проведення огляду, а також забезпечити стандартизований підхід до оцінки технічного стану.

Описані вище підходи дадуть можливість суттєво підвищити ефективність функціонування підприємств автомобільного транспорту, підвищити якість виконуваних робіт, і, як наслідок, підвищити рівень безпеки транспортних засобів, які експлуатуються.

Технічний стан транспортних засобів, які експлуатуються в Україні, може бути різним залежно від багатьох факторів, таких як вік транспортного тиску, умови експлуатації, рівень обслуговування та обслуговування, якість палива тощо. За даними Головного сервісного центру МВС України, у 2020 році більше половини транспортних засобів (близько 55 %) не відповідали вимогам безпеки на дорозі, тобто мали технічні несправності, які могли призвести до аварій та інших небезпек на дорозі.

Серед найбільш поширених проблем технічного стану транспортних засобів в Україні можна виділити зношені гальма, зношені шини, несправність систем зовнішнього освітлення та світлової сигналізації, проблеми з системою газорозподілу, випускною системою, рівнями викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах легкових автомобілів.

Підсумовуючи вищезазначене можна констатувати: ефективність функціонування ліній інструментального контролю транспортних засобів є важливим аспектом для забезпечення безпеки дорожнього руху та ефективності автомобільних підприємств; проблеми, пов'язані з проведенням обов'язкового контролю технічного стану транспортних засобів, включають недостатню кількість ліній інструментального контролю, низьку якість робіт, недостатню кваліфікацію персоналу та недоліки в нормативно-правовій базі; Для покращення ефективності функціонування ліній інструментального контролю можна використовувати такі заходи, як автоматизація процесу контролю, використання сучасного обладнання та технологій, підвищення кваліфікації персоналу, розвиток і впровадження стандартів якості.

#### **Список використаної літератури:**

1. Кулик О. Реформування процедури обов'язкового технічного контролю транспортних засобів на основі кращих європейських практик: дослідження. За ред. В.І. Іванова. 2019, ГО «Український центр європейської політики». 68 с.

## МЕТОД ІСІКАВА ЯК ІНСТРУМЕНТ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ПРОБЛЕМ ЛОГІСТИКИ

Практично в будь-якій сфері життя людина час від часу стикається з тим, що на її шляху виникають певні перешкоди та проблеми. Але справжню причину появи тієї чи іншої проблеми визначити вдається далеко не завжди, а сама вона може бути лише видимим наслідком того, що приховано від нашої уваги десь всередині нас самих або тієї діяльності, якою ми займаємося. І щоб зрозуміти основні причини виникнення проблем та усунути їх дуже зручно використати розроблений спеціально для цього прийом – діаграму Каору Ісікава.

Основна сфера застосування методу Ісікава – системний аналіз з метою виявлення безпосередніх причин виникнення існуючої проблеми. При вирішенні наукових і виробничих завдань дуже важливо використовувати системний підхід. Розгляд проблеми через призму відносин між елементами системи дозволяє виявити ланцюжок причинно-наслідкових залежностей, що не дозволяють досягти максимальної ефективності. **Причинно-наслідковий зв'язок** – зв'язок між явищами, при якому одне явище є причиною, за наявності певних умов породжує інше явище – наслідок. Ця діаграма також відома під назвами, «Причинно-наслідковий діаграма», діаграма «рибної кістки» тощо.

Діаграма Ісікава «рибна кістка» – один з графічних засобів або методів, які застосовуються при визначенні найбільш значущих (кореневих) причинно-наслідкових зв'язків при дослідженні ситуації або проблеми. Дозволяє виявити, прояснити і врахувати всі фактори, які впливають на результат якої-небудь діяльності, та знайти причини якої-небудь проблеми. Зобразити в графічному вигляді зв'язки невідповідності (проблеми) з причинами, які на неї впливають. Діаграма Ісікава дає можливість провести змістовний аналіз ланцюжка взаємозалежних причин, що впливають на проблему; зручна й проста для застосування й розуміння персоналом [1].

Діаграма Ісікава застосовна в сфері менеджменту, торгівлі та управління якістю. Цей метод знайшов своїх послідовників в медицині та освіті. Спробуємо застосувати метод графічного аналізу для пошуку причин проблем логістики. Для виявлення ключових параметрів процесів, що впливають на характеристики операцій, встановлення причин проблем процесу або факторів, що передують транспортуванню застосуємо діаграму причинно-наслідкового зв'язку. При її побудові причини розподіляють за ключовими параметрами.

Процес транспортування включає такі категорії, як: надійність, стабільність перевезення, збереження вантажу, виконання інших умов поставки.

Розглянемо кожен із представлених параметрів детальніше в порядку відображення первинних, вторинних та третинних факторів (рис. 1).

*Надійність доставки* – один із найскладніших комплексних параметрів, основні складові якого:

- своєчасність виконання всіх операцій, які передують транспортуванню (фасування, подача ерп, взвішування, промивання, сушіння, завантаження, відправка і т. д.);
- дотримання термінів поставки, основним моментом тут є своєчасна відправка вантажу;
- інформативність, володіння та оперативність передачі всієї необхідної інформації клієнту в будь-який момент часу про тарифи, умови доставки та про місце знаходження вантажу в процесі доставки та зберігання для забезпечення його якісного обслуговування;
- оформлення документації, супровідних документів на вантаж та транспортний засіб.

*Стабільність перевезення* залежить від маршруту доставки надійності схеми доставки. Вона включає в себе наявність терміналів, логістичних центрів, перевалочних пунктів, які розташовуються на шляху слідування вантажу від виробника до споживача, і забезпечує організацію його руху.

*Збереженість вантажу* включає в себе: страхування вантажів від ризиків, які можуть виникнути на шляху слідування рухомого складу від виробника до кінцевого споживача, дотримання основних умов поставки, рухомого складу, умов перевезення.

*Страховання вантажів* являє собою сукупність видів страхування, передбачених обов'язками страховика за страховими виплатами в розмірі повної або часткової компенсації збитку, нанесеного об'єкту страхування.

*Рухомий склад та умови перевезення* характеризуються такими основними формами:

1. Технологічна взаємодія – включає в себе наступні аспекти: узгодженість та раціональне використання рухомого вантажу; вантажно-розвантажувальні механізми та інші засоби. Вирішення зазначеної задачі знаходиться в тісному зв'язку з розробкою спільної технології та організацією доставки за погодженими графіками.

2. Технічна взаємодія проявляється у таких видах: відповідність використовуваних технічних засобів властивостям вантажу, таким як щільність, розмір окремих одиниць, а також умов зберігання та перевезення (температурний режим, вологість і т.д.). Типи транспортних засобів, контейнерів, вантажно-розвантажувальних механізмів і складські приміщення, що застосовуються, повинні забезпечити ефективну обробку даного вантажу; взаємна відповідність техніко-експлуатаційних параметрів технічних засобів у місцях їх стикування.

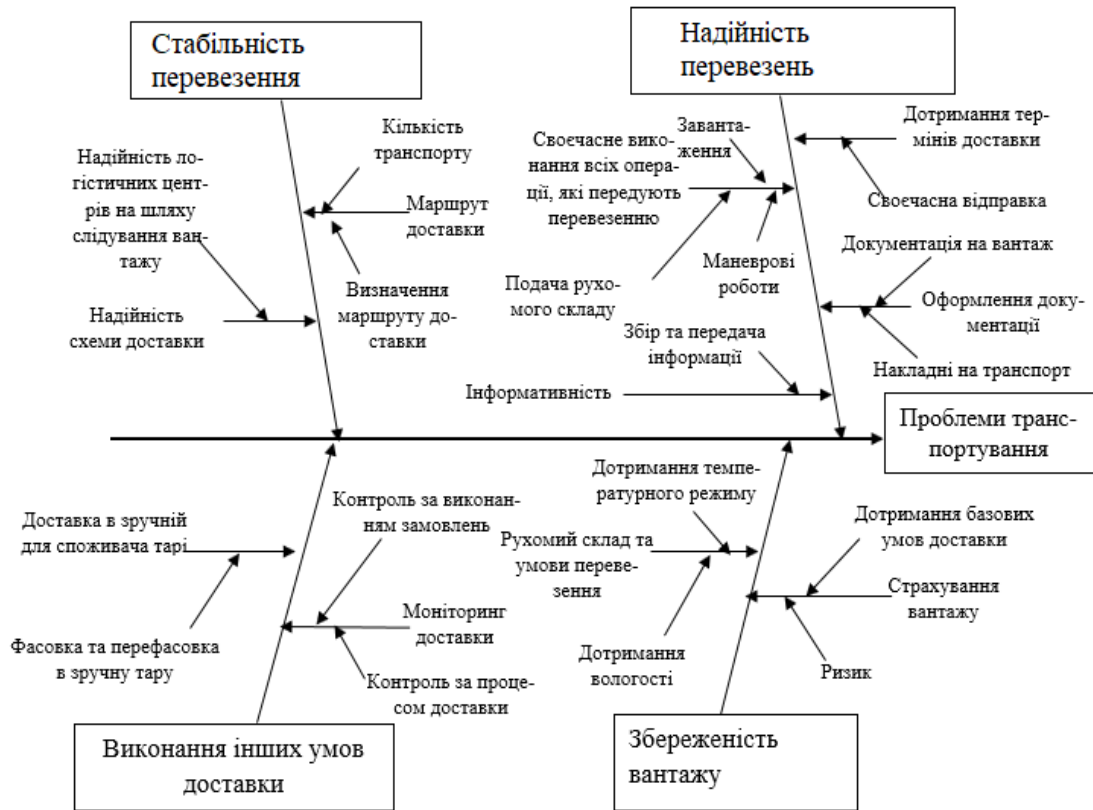


Рис. 1. Проблеми транспортування, виражені у вигляді діаграми Ісикава

Відсутність технічної сумісності може призвести систему або до неможливості спільного функціонування, або до неповного використання наявних ресурсів.

3. Економічна взаємодія передбачає координацію роботи учасників системи. Основними методами координації є організаційно-управлінські, економічні та правові.

4. *Інші умови поставки* включають моніторинг доставки, доставку в зручній для споживача тарі і виконання додаткових операцій. Виконання додаткових операцій охоплює комплекс наданих в процесі доставки послуг, а саме: навантаження, розвантаження, приймання та відпуск вантажу зі складу, зберігання, перефасування, консолідацію, розукрупнення, маркування, митне оформлення та ін. Після здійснення процесу доставки готової продукції та супутніх йому операцій проводиться моніторинг, де виявляються всі недоліки даного процесу, їх причини і розробляються процедури у вигляді коригуючих дій управління транспортуванням.

Таким чином, діаграма Ісикава дозволяє виділити основні причини, що вказують на недоліки в організації та управлінні процесом транспортування. Параметрами виявлення причин служать надійність, збереженість вантажу, своєчасна доставка, виконання додаткових операцій. Основним з них є надійність, тому що саме до неї входять операції, що надають найбільш важливого впливу на якісне управління процесом транспортування.

#### Список використаної літератури:

1. Тарабан К.С. Теоретичні основи побудови логістичної інфраструктури промислового підприємства / К.С. Тарабан // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. - 2013. - Вип. 2(1). - С. 177-182 Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Traeiv\\_2013\\_2\(1\)\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Traeiv_2013_2(1)_29).

**Н.О. Лупашко**  
**В.М. Поляков, професор кафедри автомобілів, к.т.н., доц.**  
*Національний транспортний університет*

### **УДОСКОНАЛЕННЯ ГАЛЬМІВНОГО ПРИВОДУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОДУЛЬНОГО АВТОПОЇЗДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МАНЕВРЕНОСТІ**

Ефективність використання рухомого складу автомобільного транспорту і його продуктивність залежать від вантажопідйомності і середньої швидкості руху, а також сукупності техніко-експлуатаційних властивостей, які виявляються в процесі експлуатації і обумовлюють придатність рухомого складу до застосування в заданих експлуатаційних умовах. Тим часом продуктивність, особливо автопоїздів, істотно залежить від їх пристосованості до умов експлуатації. Ефективність автомобільного транспортного засобу (АТЗ) полягає у закладених на стадії проектування показниках експлуатаційних властивостей. Однією із таких властивостей є маневреність.

До маневреності АТЗ (зокрема автопоїздів) завжди приділялась особлива увага тому, що це експлуатаційна властивість, яка визначає придатність до швидкої зміни свого положення відносно інших об'єктів (будівель та учасників дорожнього руху), тим самим забезпечуючи безпеку руху та зменшення витрат часу при навантаженні та розвантаженні. Вперше рішення задач маневреності АТЗ розглянуті у роботах дослідників ще у минулому столітті. Багато робіт присвячено дослідженню впливу конструкції та компоновальних схем автопоїздів на оціночні показники маневреності і стійкості їх руху, а також методів їх визначення [1].

Найбільше розповсюдження отримали два способи реалізації керування поворотом АТЗ, а саме кінематичний та динамічний. Кінематичний спосіб керування пов'язано зі зміною взаємного положення коліс або осей. Динамічний спосіб керування полягає в регулюванні величини і напрямленні кутових швидкостей коліс при незмінному їх взаємному розташуванні. В обох випадках метою зміни режиму кочення коліс є створення додаткових реакцій в контактні коліс з опорною поверхнею, які утворюють необхідний момент, що повертає. Додаткові реакції (бокові або поздовжні) виникають в результаті невідповідності нового режиму кочення колеса поточному режиму руху колісного транспортного засобу. При повертанні коліс утворюється бокова реакція, а при прискоренні або уповільненні кутової швидкості коліс – поздовжні реакції відповідно від сил тяги або гальмування. Також існує третій спосіб повороту транспортних засобів, реалізація якого полягає у поєднанні двох вище зазначених способів. Комбінований спосіб керування дозволяє формувати траєкторію руху одиночного АТЗ або ланок автопоїзда шляхом повороту керованих коліс та зміною їх кутової швидкості роботою гальмівних механізмів. Цей спосіб дозволяє поєднати в одній конструкції позитивні властивості кінематичного та динамічного способів керування: можливість точного управління на високій швидкості та забезпечення найкращих показників маневреності. Комбіноване керування може використовуватися як постійно, так і за необхідністю.

Останнім часом автомобільні транспортні засоби, у тому числі й автопоїзди, обладнують електронними системами керування стійкістю руху. Роботу цих систем можна використати для реалізації комбінованого способу керування ланками автопоїзда. Для цього, перш за все, слід провести теоретичні та експериментальні дослідження щодо визначення характеристик роботи комбінованого способу керування причіпною ланкою. Передбачається перевірку результатів теоретичних досліджень проводити на модульному експериментальному автопоїзді, що створено на кафедрі «Автомобілі» Національного транспортного університету. Універсальність конструкції модульного автопоїзда надає широкий вибір щодо його використання з метою дослідження експлуатаційних властивостей багатоланкових колісних транспортних засобів. В роботі розглянуто варіант удосконалення гальмівної системи причіпної ланки модульного експериментального автопоїзда шляхом встановлення відсічних моторизованих кранів в магістраль гальмівного приводу та керування роботою колісних гальм з місця оператора за допомогою пульта управління. Встановлення моторизованих кранів з електроприводом реалізує можливість дослідити характер руху ланок автопоїзда по криволінійних траєкторіях, при проходженні яких використовується пригальмовування коліс причіпної ланки.

Подальша робота буде присвячена монтажу елементів конструкції гальмівного приводу причіпної ланки модульного експериментального автопоїзда за обраною схемою, підготовці та проведенню дорожніх експериментальних випробувань щодо визначення впливу величини гальмівних сил на колесах причіпної ланки на показники маневреності автопоїзда, а також розробці алгоритму керування гальмівним приводом причіпної ланки для забезпечення високих показників маневреності.

#### **Список використаної літератури:**

1. Аналіз криволінійного руху автопоїзда за подвійного приводу управління на передню вісь напівпричепа / *В.П. Сахно, В.М. Поляков, В.М. Босенко, Д.Л. Мойся* // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2014. – №30. – С.330-338.

## **ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ УНІВЕРСИТЕТІВ**

Сучасне суспільство постійно зростає, а разом з ним зростає і складність транспортних систем. Для ефективного управління цими системами потрібні компетентні фахівці, які здатні аналізувати та прогнозувати різноманітні транспортні проблеми [1-2]. Тут використання транспортного моделювання стає важливим інструментом, що допомагає університетам підготувати студентів до викликів, з якими вони зіштовхнуться в майбутньому.

Транспортне моделювання є процесом створення математичних або комп'ютерних моделей для аналізу та прогнозування різних аспектів транспортних систем. Цей інструмент дозволяє вивчити різноманітні проблеми, такі як потоки руху, затримки, витрати палива, екологічні аспекти тощо [3].

Перше перевага використання транспортного моделювання у навчальному процесі полягає у підвищенні якості освіти. Це дає студентам можливість зрозуміти складність транспортних систем та навчитися застосовувати теоретичні знання на практиці. Шляхом створення транспортних моделей, студенти отримують можливість досліджувати різні сценарії та прогнозувати їх наслідки. Це розвиває їх аналітичні та проблемно-орієнтовані навички, що є необхідними для розв'язання складних транспортних проблем у реальному житті [4].

Друга перевага використання транспортного моделювання полягає в розвитку практичних навичок студентів. Вони мають можливість використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для створення моделей, аналізу даних та вирішення транспортних задач. Це надає їм практичний досвід роботи з сучасними інструментами, які широко використовуються у транспортній індустрії. Крім того, студенти отримують навички роботи з великими обсягами даних, їх обробки та інтерпретації, що є важливими в нинішньому цифровому світі.

Третя перевага полягає в можливості створення університетських дослідницьких проектів, що базуються на транспортному моделюванні. Студенти можуть використовувати свої знання та навички для вирішення реальних транспортних проблем, що відбуваються у їх регіоні або на кампусі університету. Це дозволяє їм відчувати себе активними учасниками дослідницького процесу та зробити практичний внесок у поліпшення транспортних систем [4].

Використання транспортного моделювання у навчальному процесі університетів є важливим кроком у підготовці майбутніх фахівців зі спеціальності транспортні технології та транспортний менеджмент. Це сприяє підвищенню якості освіти та розвитку практичних навичок студентів, що є необхідними для ефективного управління складними транспортними системами. Крім того, використання транспортного моделювання дозволяє студентам розширити свої можливості участі у дослідницькій роботі та сприяє розвитку їх творчого мислення. Цей інструмент допомагає студентам виробити системний підхід до аналізу транспортних проблем, оцінити ефективність різних стратегій та розробити рекомендації для поліпшення транспортної інфраструктури.

Однак, для успішного впровадження транспортного моделювання у навчальний процес університетів потрібно забезпечити належну підготовку науково-педагогічних працівників та студентів. Науково-педагогічні працівники повинні мати необхідні знання та навички для впровадження цього інструменту в учбовий процес та проведення практичних занять. Студенти, у свою чергу, повинні мати доступ до спеціалізованого програмного забезпечення та матеріалів для самостійного навчання.

У подальших дослідженнях буде розглянута можливість підвищення ефективності використання транспортного моделювання шляхом впровадження інтерактивних форм навчання, співпраці зі спеціалістами транспортної галузі та проведення реальних дослідницьких проектів з використанням цього інструменту.

### **Список використаної літератури:**

1. Pattnaik, S. (2016). Transportation modeling for sustainable planning and development. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5(1), 68-75.
2. Barajas, E. M., & Rodriguez, J. C. (2018). Teaching transport planning using a simulation and gaming methodology. *Journal of Transport Geography*, 69, 170-179.
3. Jaller, M., & Giesen, R. (2018). Pedagogy and practice: an investigation of transport planning education. *Journal of Transport Geography*, 70, 264-272.
4. Boyacı, B., & Avsar, Z. K. (2020). Transport planning education in universities: an analysis of the Turkish context. *European Transport Research Review*, 12(1), 1-11.

**М.М. Можаровський, ст. викладач**  
**М.М. Перегуда, аспірант кафедри АіТТ**  
*Державний університет «Житомирська політехніка»*

**РЕГЕНЕРАЦІЯ ТА АКУМУЛЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ ГАЛЬМУВАННЯ  
НА МІСЬКОМУ АВТОТРАНСПОРТІ, ЯК ОДИН ІЗ СПОСОБІВ ПОКРАЩЕННЯ ПИТАНЬ  
ЕКОЛОГІЇ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА АВТОТРАСПОРТІ**

Останнім часом різко виростає чисельність автотранспорту, що використовується на автоперевезеннях людей та різних вантажів на внутрішньо міських маршрутах. Що в свою чергу негативно впливає на екологічний стан та створює інші негативні чинники.

Деякі розрахунки, що фігурують в технічній літературі, показують, що приблизно половина енергії, яка споживається міськими автотранспортними засобами, витрачається на їх прискорення, а потім ця енергія повністю розсіюється при гальмуванні. Тому регенерація та акумулювання енергії на міських автотранспортних засобах в тому числі носить актуальний характер. Додатковим ефектом використання рекуперативного гальмування може бути зменшення кількості шкідливого для здоров'я азбестового пилу, що утворюється при зношенні гальмівних накладок.

В роботі показується, що для реалізації режиму рекуперативного гальмування можна ефективно використати на міських автотранспортних засобах гібридний двигун. В якості такого двигуна розглядається комбінація двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) з акумулятором енергії.

За результатами досліджень, що проведені в роботі вказується на перспективність використання в гібридній схемі двигуна акумуляторів кінетичної енергії (АКЕ), тобто маховиків. Також пропонується декілька варіантів кінематичних схем реалізації конструкції гібридного двигуна. Висвітлюються також деякі труднощі техніко-економічного характеру, що перешкоджають на даний час широкому впровадженню в експлуатацію АКЕ. Справа в тому, що технічне використання маховиків є комплексною проблемою. Для її реалізації, крім достатньо ємкої конструкції самого маховика, необхідні надійні конструкції опор; надійний захист і безпека експлуатації маховика; трансмісія для прийому і передачі енергії маховиком. Кожна з цих задач зокрема не є новою. Незвичним є їх поєднання і дуже високі вимоги до надійності конструкції. Ефективність АКЕ оцінюється по питомій масовій енергомісткості, яка визначається як відношення максимально можливої накопиченої енергії маховиком до маси всієї конструкції АКЕ.

Поява нових конструкційних матеріалів на основі високо модульних волокон і полімерних в'язучих матеріалів (волокнистих композитів) відкриває нові можливості в напрямку створення високоефективних маховиків в тому числі і з метою використання їх в конструкціях гібридних двигунів для автотранспортних засобів.

У зв'язку з великою перспективністю використання композитних матеріалів на даний час ведеться активний пошук конструктивних рішень і технологічних прийомів, що можуть дозволити створювати оптимальні конструкції роторів з максимальною питомою енергомісткістю. Можна рахувати, що на даний час склались основні уявлення про шляхи ефективного використання композитних матеріалів в конструкціях роторів маховиків. Але практична сторона цього питання ще далека від завершення.

В роботі також приводяться результати експериментальних досліджень характеристик різних конструкцій моделей маховиків з волокнистих композитних матеріалів, які підтверджують високу ефективність використання цих матеріалів в конструкціях АКЕ.

Експериментальні результати, отримані при лабораторних випробуваннях маховиків в лабораторії ЖДТУ, показують, що в реальних конструкціях ще не достатньо використовується висока питома міцність волокнистих композитних матеріалів. Руйнування конструкцій відбувається раніше, ніж досягається розрахунковий рівень напружень, близький до границі міцності матеріалу. На основі цього можна говорити, що в конструкції і технології виготовлення роторів маховиків з композитних матеріалів містяться ще скриті резерви підвищення їх характеристик, а це в свою чергу підтверджує можливість створення на практиці ефективного гібридного двигуна для автотранспортних засобів.

**Список використаної літератури:**

1. Можаровський М.М. Екологічні перспективи та деякі проблеми використання акумуляторів кінетичної енергії // Вісник ДААУ. – 1998. – № 2 – С. 55–65.
2. Можаровський М.М. До питання акумулювання та зберігання енергії як одного з варіантів покращання екологічного стану навколишнього середовища // Вісник ДААУ. – 1999. №1-2 – С.105–117.

### РОЗРОБКА МЕТОДІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ВЕЛИЧИН ПАРАМЕТРІВ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Стан поверхневого шару деталі здійснює суттєвий вплив на надійність роботи деталі, вузла і машини в цілому. Як один із способів технологічного управління параметрами поверхневого шару в роботі розглядається електромеханічне зміцнення (ЕМЗ) і питання оптимізації режимів ЕМЗ та пропонуються конструкції інструменту і обладнання для технологій, що розглядаються.

Забезпечення заданого ресурсу та його подальше збільшення – основна задача конструкторів, технологів, матеріалознавців і метрологів в машинобудуванні. Технологічні методи є найбільш ефективними в розв'язанні цієї задачі. Крім підвищення точності виготовлення деталей та складання вузлів машин, вони також дозволяють забезпечити оптимальний (для заданих умов експлуатації) стан поверхневого шару.

ЕМЗ розглядається як один з ефективних способів технологічного управління параметрами поверхневого шару деталей. З літератури відомо, що ЕМЗ є результатом поверхневого нагріву деталей при одночасному пластичному деформуванні об'ємів металу в зоні контакту твердосплавного інструменту з поверхнею деталі [1]. Температура нагріву елементарного об'єму, як правило, повинна перевищувати температуру фазових перетворень сталі (точка  $A_{C3}$ ), в зв'язку з чим при швидкому відведенні тепла в тіло деталі утворюється поверхнево-загартований шар. Вказаний спосіб можна також розглядати як особливий тип чистої поверхневої термомеханічної обробки. Поєднання теплових та силових дій на поверхневий шар деталі різко змінюють його структуру, твердість, внутрішні напруження та шорсткість поверхні, що суттєво впливає на підвищення важливих експлуатаційних характеристик деталей, до яких, в першу чергу, можна віднести опір зношенню та міцність проти втоми.

При реалізації цього методу суттєве технологічне значення мають питання точності та чистоти обробки і глибина шару, що зміцнюється, котрі пов'язані з термічною і силовою дією на поверхневий шар. В літературі не існує єдиної думки про оптимальні зусилля ЕМЗ. Це в свою чергу можна пояснити тим, що величина зусилля згладжування залежить від багатьох факторів: швидкості обробки; контактного нагріву; початкової шорсткості поверхні; геометрії інструменту; діаметру деталі, що оброблюється, і т.п.

У процесі вигладжування можна розрізнити три ступені зусиль за їх величиною:

- зусилля, що відповідають мікропластичним деформаціям нерівностей поверхонь;
- зусилля, що відповідають пружним деформаціям;
- зусилля, що відповідають мікропластичним деформаціям поверхневого шару.

Якщо ці зусилля будуть знаходитись в межах мікропластичних деформацій, то відбудеться неповне згладжування, і на поверхні буде залишкова шорсткість, а якщо зусилля згладжування буде перевищувати пружні деформації, то на поверхні появиться повторна шорсткість.

Таким чином, зусилля згладжування повинно знаходитись в межах пружних деформацій для матеріалів, що оброблюються. Аналіз механічних характеристик конструкційних сталей і сплавів показує, що при нормальних умовах і зміцнюючі режимах ЕМЗ питомий тиск інструменту повинен бути в межах  $P = 320 - 420 \text{ МПа}$ .

Зусилля згладжування рекомендується розраховувати за наступною формулою:

$$P_{згл.} = P \times F, \quad (1)$$

де  $F$  – поверхня контакту інструменту з деталлю.

При обробці конструкційних сталей з їх підготовкою під ЕМЗ для визначення величини  $F$  рекомендується використовувати наступну наближену формулу:

$$F = 5.3 R_z \sqrt{\frac{r \rho R}{r + \rho}}, \quad (2)$$

де  $R_z$  – величина шорсткості поверхні;  $r$  – радіус інструменту в перерізі перпендикулярному осі деталі;  $R$  – радіус інструменту в плані;  $\rho$  – радіус деталі. Значення величини  $F$  є необхідним також для визначення питомої сили струму.

Як показали експериментальні дослідження, при обробці ЕМЗ чистота обробленої поверхні підвищується, а опорна поверхня після обробки збільшується приблизно на 30–40 %, що сприяє підвищенню зносостійкості спряжень в процесі припрацювання деталей. Необхідну глибину зміцненого



ЕМЗ поверхневого шару пропонується визначати за гранично допустимим їх зношенням на сторону в процесі експлуатації за наступною формулою:

$$\delta = \frac{S_{\max} - S_{\min}}{2(\Sigma - 1)}, \quad (3)$$

де  $S_{\max}$  – максимально допустимий зазор в спряженні;  $S_{\min}$  – початковий зазор в спряженні;  $\Sigma$  – відношення зношення вкладишу до зношення шийки вала.

На глибину зміцненого шару впливає багато факторів, але головними з них є питома сила електричного струму  $I$  та швидкість обробки  $V$ . На основі проведеного аналізу та отриманих експериментальних даних в роботі установлений наближений зв'язок між указаними трьома факторами при обробці ЕМЗ. Цей зв'язок може бути відображений у вигляді номограми (рис.1), яка може слугувати для орієнтації та вибору основних режимів ЕМЗ. На номограмі лінія 1 – відповідає чистовим режимам з неглибоким зміцненням; лінія 2 – зміцнюючим режимам. В обох випадках інструментом є пластинки з твердого сплаву ВК8. Лінія 3 відповідає роботі нерухомим роликним інструментом; лінія 4 – роботі рухомих роликів з питомими струмами 800 – 1000 А/мм<sup>2</sup>.

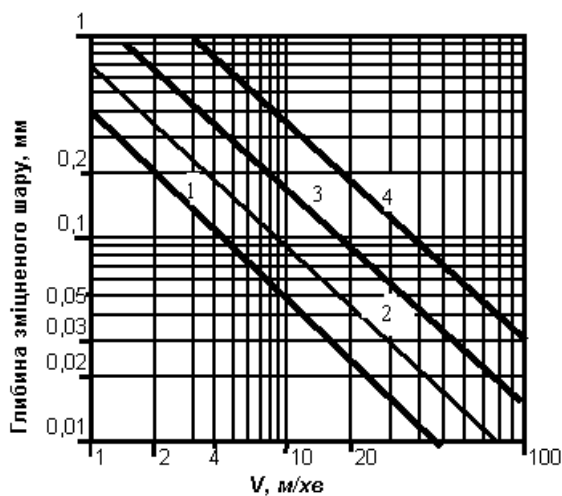


Рис. 1. Логарифмічна номограма

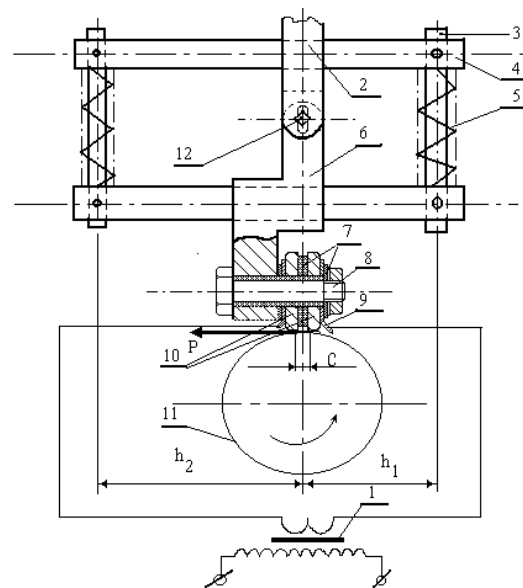


Рис. 2. Схема двох контактного інструменту з близьким розташуванням роликів

Використання методів ЕМЗ потребує створення спеціальних інструментів, що можуть бути використані на серійних металообробних верстатах. На рис. 2 представлена схема розробленого в роботі двох контактного інструменту для проведення ЕМЗ. З наведеної схеми можна зрозуміти принцип будови цього інструменту: де 1 – джерело електричного струму (трансформатор); 2 – державка; 3 – напрямні; 4 – стійки; 5 – пружини; 6 – рухома частина державки; 7 – ізолятори; 8 – болт; 9 – контакт; 10 – ролик; 11 – деталь; 12 – болт.

Тут доцільним буде пояснити, що еластичність притискання роликів до деталі забезпечується за рахунок пружин 5, можливості переміщення напрямних 3 відносно стійок 4, а також за рахунок можливості деякого повороту і осьового зміщення деталі 6 відносно державки 2. Змінюючи співвідношення  $h_1$  і  $h_2$  відносно центру державки, є можливість компенсувати вертикальне зусилля –  $P$ . Цей інструмент може також працювати при повернутому на  $90^0$  положенні відносно деталі 11. В цьому випадку зміною співвідношення  $h_1$  і  $h_2$  може компенсуватись осьове зусилля подачі. Особливостями інструменту є те, що існує можливість зближення роликів до такої величини –  $C$ , яка забезпечить накладання двох теплових потоків і, як наслідок, більш глибоке поверхневе зміцнення.

#### Список використаної літератури:

1. Пікула М.В. Перспективи використання електромеханічної обробки у ремонтному виробництві. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем, 2021, 158.

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СУЧАСНИХ ДВИГУНІВ**

Останнім часом дедалі більше уваги приділяється питанням підвищення економічної та екологічної безпеки в автомобільній промисловості. Сучасні двигуни автомобілів мають великий потенціал для покращення їх ефективності та зниження впливу на навколишнє середовище. Дослідження шляхів підвищення економічної та екологічної безпеки в сучасних двигунах, полягає в тому, що використання традиційних видів палива для транспорту і промисловості має серйозні наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людей. Викиди шкідливих речовин у повітря забруднюють атмосферу, що може призводити до здоров'я людей, зокрема до захворювань дихальних шляхів та серцево-судинних захворювань. Крім того, залежність від імпорту палива збільшує економічний ризик для країни.

Щоб підвищити енергоефективність та екологічну безпеку автомобільного транспорту, необхідно застосовувати інноваційні підходи в галузі технологій, організації та управління, а також державному регулюванні [1]. Це можна досягти шляхом впровадження таких інноваційних рішень:

1. Впровадження енергоефективних технологій: розробка та впровадження нових технологій, що дозволяють знизити витрати палива та підвищити ККД двигунів, таких як гібридні та електричні двигуни.

2. Розробка та впровадження нових матеріалів: застосування нових матеріалів з низькою вагою, що дозволяють знизити споживання палива та викиди CO<sub>2</sub>, а також знизити шумове забруднення.

3. Впровадження систем енергозбереження: розробка та впровадження систем енергозбереження, що дозволяють знизити витрати на енергію та забезпечити ефективне використання енергії в автомобільній галузі.

4. Розвиток інфраструктури: розробка та впровадження нових систем транспортної інфраструктури, що дозволяють зменшити затори та забезпечити більш ефективне використання дорожнього простору, таких як системи автоматичного керування транспортним потоком.

5. Державне регулювання: розробка та впровадження ефективних нормативних актів та стимулюючих заходів для підвищення енергоефективності та зниження викидів від автомобільного транспорту. Загалом, Україна активно працює над підвищенням економічної та екологічної безпеки автомобільного транспорту. Для цього здійснюються державні регулювання, створюються програми та стимулюючі заходи для впровадження енергоефективних технологій, електрифікації автотранспорту та зниження викидів шкідливих речовин.

6. Застосування систем контролю викидів: Сучасні двигуни оснащені системами контролю викидів, які забезпечують оптимальний рівень викидів шкідливих речовин. Ці системи моніторять викиди та регулюють роботу двигуна, щоб забезпечити мінімальний вплив на довкілля.

Стандарт Євро-7, запропонований Єврокомісією, має замінити норми Євро-6, що діють для виробництва та продажу нових транспортних засобів на території ЄС. Правила викидів для легкових автомобілів, малої комерційної техніки, вантажівок та автобусів, які раніше відрізнялися, пропонують об'єднати в одне. Новий стандарт Євро-7 має стати першим у світі стандартом, що виходить за межі регулювання викидів лише вихлопних газів транспортних засобів, і встановлює додаткові стандарти викидів твердих частинок з гальмівної системи та мікропластику з шин. При цьому ці правила стосуватимуться всіх транспортних засобів, включаючи електромобілі.

Нові правила мають регулювати термін служби акумуляторів, встановлених у автомобілях та мікроавтобусах з метою підвищення довіри споживачів до електромобілів. Єврокомісія також вважає, що це знизить потребу в заміні акумуляторів на ранніх стадіях експлуатації транспортного засобу, зменшуючи потребу в сировині, необхідній для виробництва акумуляторів. Крім того, всі транспортні засоби мають відповідати вимогам протягом більш тривалого періоду. Так, легкові автомобілі та мала комерційна техніка мають відповідати стандартам до досягнення ними 200 000 км пробігу та 10-річного віку. Це вдвічі перевищує діючі вимоги Євро-6 [2]. У сучасних дослідженнях активно вивчаються різні способи підвищення економічної та екологічної безпеки в двигунах. Нижче наведені деякі з них:

1. Розробка гібридних та електричних двигунів. Гібридні та електричні двигуни мають менше викидів та більшу економічність, ніж звичайні двигуни з внутрішнього згорання. Дослідження в цій галузі спрямовані на зниження вартості та підвищення ефективності таких двигунів. Електричні автомобілі використовують електричний двигун замість двигуна з внутрішнього згорання та зазвичай мають більш високу ефективність. Гібридні автомобілі використовують як електричний, так і двигун з внутрішнього згорання, що дозволяє знизити витрати на паливо та зменшити викиди шкідливих речовин.

2. Використання альтернативних палив. Дослідження показують, що використання біопалива, газу та водню може зменшити викиди забруднюючих речовин та підвищити економічність двигунів.

Використання біопалива та альтернативних видів палива також може підвищити економічну та екологічну безпеку в автомобільній промисловості. Біопаливо, виготовлене з рослин, може бути використане замість нафтового палива, що знижує витрати на паливо та викиди шкідливих речовин. Крім того, використання альтернативних видів палива, таких як водневе паливо або газ, може підвищити ефективність та знизити викиди шкідливих речовин.

3. Оптимізація систем впорскування палива та повітря. Дослідження у цій галузі спрямовані на зниження витрат палива та викидів забруднюючих речовин шляхом підвищення ефективності систем впорскування палива та повітря. Оптимізація конструкції двигуна може допомогти зменшити вагу та опір повітря, що покращує ефективність роботи двигуна. Використання легких матеріалів, таких як карбонові волокна, може допомогти зменшити вагу автомобіля, що знижує витрати на паливо. Крім того, оптимізація форми автомобіля може знизити опір повітря та зменшити витрати на паливо.

4. Використання технологій рекуперації енергії. Дослідження в цій галузі спрямовані на збір та використання енергії, яка витрачається при гальмуванні та інших процесах, що дозволяє знизити витрати палива та підвищити ефективність двигунів. Системи рекуперації енергії можуть допомогти підвищити ефективність автомобілів. Ці системи використовують енергію, яка зазвичай втрачається під час гальмування або розгону автомобіля, та перетворюють її на електричну енергію, яка може бути використана для підживлення батареї або для допомоги двигуну при розгоні.

5. Використання новітніх матеріалів та технологій виготовлення. Дослідження у цій галузі спрямовані на створення більш легких та міцних матеріалів для створення компонентів двигунів, що дозволяє знизити вагу автомобіля. Наприклад, використання легких матеріалів, таких як алюміній та карбонові волокна, може знизити вагу автомобіля та зменшити витрати на паливо. Крім того, використання електричних та гібридних двигунів може допомогти підвищити ефективність автомобілів та зменшити викиди шкідливих речовин.

6. Дослідження з використанням 3D-друку для виготовлення деталей двигуна. Це дозволяє створювати складніші та легші деталі, що забезпечує зниження ваги автомобіля та зменшення споживання палива. 3D-друк також дозволяє підвищити точність виготовлення деталей та знизити витрати на їх виготовлення.

Отже, виникає необхідність у пошуку альтернативних джерел палива та розробці більш економічних та екологічно безпечних двигунів для транспорту та промисловості. Це може забезпечити не тільки збереження навколишнього середовища та здоров'я людей, але й знизити економічні ризики для країни та підвищити її економічну конкурентоспроможність. Дослідження шляхів підвищення економічної та екологічної безпеки в сучасних двигунах є актуальним завданням на сьогоднішній день. Узагалі, підвищення економічної та екологічної безпеки в сучасних двигунах автомобілів – це невід'ємна частина розвитку автомобільної промисловості. Крім того, уряди різних країн можуть сприяти підвищенню економічної та екологічної безпеки в автомобільній промисловості шляхом встановлення стандартів на викиди шкідливих речовин та норм на використання біопалива та електричних автомобілів. Крім того, вони можуть надавати підтримку дослідженням та розвитку нових технологій та матеріалів, що допоможе знизити витрати на виробництво та забезпечити стабільний розвиток автомобільної промисловості.

У світі вже існують країни, які активно сприяють розвитку технологій електричних та гібридних автомобілів. Наприклад, Норвегія має одну з найбільших кількостей електричних автомобілів на душу населення в світі, а Ісландія планує до 2030 року повністю перейти на електричні та водневі автомобілі. Власники електричних машин можуть безкоштовно їздити платними дорогами і припарковувати свої транспортні засоби на муніципальних стоянках, також, вони мають право їздити смугами для громадського транспорту [3]. Такі країни можуть стати прикладом для інших країн, які хочуть підвищити економічну та екологічну безпеку в автомобільній промисловості.

В Україні діє програма «Clever», яка передбачає надання субсидій та фінансування проєктів з впровадження енергоефективних технологій в галузі автомобільного транспорту. Програма має на меті зменшення викидів від автотранспорту та зниження енергоспоживання. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України також активно сприяє розвитку енергоефективної галузі транспорту, включаючи стимулювання впровадження електромобілів, гібридних та альтернативних видів палива. Для цього в рамках програми «Eco Drive» надається фінансова підтримка для купівлі електромобілів, а також для встановлення зарядних станцій для електромобілів в різних містах України.

#### **Список використаної літератури:**

1. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник. 2-ге вид., перероблене та доповнене / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. – К. : Арістей, 2008. – 296 с
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://surl.li/hkxpi>.
3. Турліян Т. Корисний досвід: як уряди різних країн підтримують ринок електромобілів. – 2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://surl.li/hkxnw>.

## ОКТАНОВЕ ЧИСЛО АВТОМОБІЛЬНИХ БЕНЗИНІВ

**Актуальність.** Автомобільні бензини – складні суміші вуглеводнів, які випають при температурах від 30 до 215 °С [1–2]. Товарні автомобільні бензини являють собою суміші бензинових фракцій, що отримують різними способами переробки нафти – прямою перегонкою й крекінгами. Для отримання необхідних властивостей автомобільних бензинів, в них додаються високооктанові компоненти, альтернативні палива, газовий бензин, інгібітори окислення, присадки, що мають мийні та інші властивості [1–2]. Важливою властивістю автомобільних бензинів, яка впливає на процес згорання, є детонаційна стійкість. Детонаційна стійкість автомобільних бензинів оцінюється октановим числом.

Детонація – це особливий характер згорання паливно-повітряної суміші в двигуні внутрішнього згорання (ДВЗ), при якому, після займання від іскри, нормально згорає зі звичайною швидкістю тільки частина робочої суміші, а інша частина суміші (15...20 %) знаходиться перед фронтом полум'я і миттєво самозаймається. Якщо при нормальному згоранні паливно-повітряної суміші швидкість розповсюдження полум'я складає 15...25 м/с, а тиск в циліндрах зростає плавно, то при детонаційному згоранні швидкість розповсюдження полум'я зростає до 1500...2500 м/с, тиск наростає не плавно, а різкими стрибками і, таким чином, відбувається утворення детонаційної хвилі [1–2].

Детонаційне згорання паливно-повітряної суміші є шкідливим явищем, під час якого детонаційні хвилі вдаряються об стінки циліндра, викликають вібрації, характерний металевий стук, у вихлопних газах з'являється чорний дим. Детонаційне згорання суміші призводить до збільшення температури стінок циліндру, зменшення потужності двигуна, зростання питомої витрати автомобільного бензину [1–2]. Одним із шляхів забезпечення згорання паливно-повітряної суміші без детонації є використання автомобільних бензинів з певним октановим числом.

**Мета роботи:** Аналіз октанового числа автомобільних бензинів, дослідження факторів, що впливають на октанове число.

**Зв'язок роботи з програмами, планами, темами кафедри автомобілів та автомобільного господарства.** Наукова робота виконана відповідно до освітньо-професійної програми підготовки здобувачів зі спеціальності 274 Автомобільний транспорт.

**Основний матеріал.** Октанове число – це умовний показник детонаційної стійкості бензину, який дорівнює відсотковому (об'ємному) вмісту ізооктану в еталонному паливі, яке за детонаційною стійкістю еквівалентно бензину. Еталонне паливо – це суміш ізооктану  $C_8H_{18}$  (октанове число якого дорівнює 100) та н-гептану  $C_7H_{16}$  (октанове число – нуль). Суміші ізооктану та н-гептану в різних пропорціях дозволяють отримати еталонне паливо з різною мірою схильності до детонації (октанове число – від 0 до 100). Наприклад, якщо октанове число бензину дорівнює 92, то це означає, що цей бензин за детонаційною стійкістю еквівалентний суміші ізооктану та н-гептану, в котрій ізооктану – 92 %.

Визначити октанове число бензину можна на одноциліндрових моторних пристроях УІТ-85, УІТ-85М, УІТ-90, які дозволяють змінювати ступінь стискування під час його роботи від 4 до 10 та імітують процес згорання бензину в автомобілі.

Октанове число автомобільного бензину можна оцінити дослідницьким або моторним методами (рис. 1) [2]. Визначення октанового числа бензину дослідницьким методом відбувається шляхом порівняння детонаційної стійкості бензину з еталонними зразками при температурах суміші 25...35 °С і частоті обертання колінчастого вала 600 хв<sup>-1</sup>. Визначення октанового числа бензину моторним методом – при температурі суміші 150 °С і частоті обертання колінчастого вала 900 хв<sup>-1</sup>.

Октанове число, що визначено за дослідницьким методом вище, ніж октанове число, яке визначено за моторним методом на 4...10 одиниць.

Детонаційна стійкість автомобільних бензинів згідно ДСТУ 7687:2015 показана в табл. 1 [3].

Автомобільні бензини є композиційними паливами, які містять фракції, що отримані різними технологічними процесами переробки нафти. Фракції мають різну детонаційну стійкість (рис. 1) [2]. Більш рівномірний розподіл детонаційної стійкості за фракціями мають бензини каталітичного крекінгу.

Для поліпшення антидетонаційних властивостей автомобільних бензинів можна використовувати присадки – антидетонатори, наприклад: трет-бутилметилловий ефір [1].

На значення октанового числа бензину впливають також інші фактори: діаметр циліндра, матеріал головок блока, розміщення та кількість свічок запалення тощо [2].

Потрібне октанове число бензину ОЧ можна визначити за формулою:

$$ОЧ = 125,4 - \frac{413}{\varepsilon} + 0,183D,$$

де  $\varepsilon$  – ступінь стискування двигуна;  $D$  – діаметр циліндра двигуна.

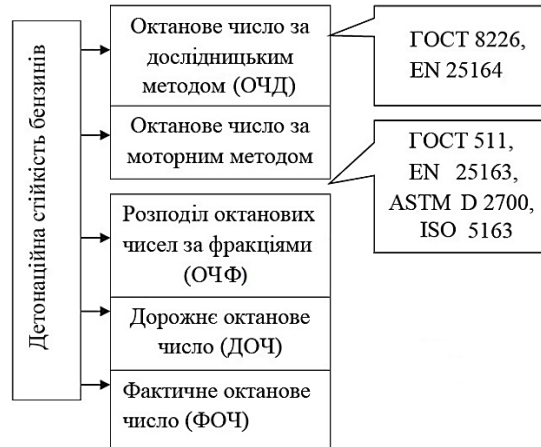


Рис. 1. Взаємозв'язок детонаційної стійкості з показниками якості бензинів

Таблиця 1

Октанові числа автомобільних бензинів

Детонаційна стійкість	Значення норм за екологічними класами			Метод контролювання
	Євро 5	Євро 4	Євро 3	
Октанове число за дослідницьким методом, не менше				Згідно з ДСТУ ISO 5164 або ГОСТ 8226, або ISO 5164, або ASTM D2699
– для бензинів марки А-80	–	80	80	
– для бензинів марки А-92	92	92	92	
– для бензинів марки А-95	95	95	95	
– для бензинів марки А-98	98	98	98	
Октанове число за моторним методом, не менше				Згідно з ДСТУ ISO 5163 або ГОСТ 511, або ISO 5163, або ASTM D2700
– для бензинів марки А-80	–	76	76	
– для бензинів марки А-92	82,5	82,5	82,5	
– для бензинів марки А-95	85	85	85	
– для бензинів марки А-98	88	88	88	

Відповідність якості бензинів до вимог двигунів оцінюється порівнянням двох показників: фактичних октанових чисел (ФОЧ) та дорожніх октанових чисел (ДОЧ) [2].

Коефіцієнт розподілу детонаційної стійкості ( $K_{РДС}$ ) зручно визначити за формулою:

$$K_{РДС} = \frac{ОЧД_{100}}{ОЧФ}$$

де  $ОЧФ$  – октанове число фракцій, що википають при температурах більш ніж 100 °С.

**Висновки.** Октанове число автомобільних бензинів залежить не тільки від фракційного складу, а також від режиму роботи двигуна та умов його експлуатації: атмосферних умов, нагароутворення, частоти обертання колінчастого вала двигуна, температури циліндрів, складу робочої суміші.

Забезпечити бездетонаційну роботу ДВЗ без втрати потужності та погіршення економічності можливо шляхом підбору для кожного типу двигуна бензину з відповідним октановим числом.

**Список використаної літератури:**

1. Клендій В. М., Ляшук О. Л., Гупка А. Б. Курс лекцій з дисципліни «Експлуатаційні матеріали» для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом 6.070106 «Автомобільний транспорт». Тернопіль : Вид-во ТНТУ ім. І. Пулюя, 2016. 33 с. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18165/1/mater.pdf>.
2. Сіренко Г. О., Кириченко В. І., Сулима І. В. Фізико-хімія паливно-мастильних матеріалів : [монограф. підруч. (спец. курс лекцій)] / За ред. Г. О. Сіренка. Івано-Франківськ : Видавель Супрун В. П., 2017. 508 с. URL: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2020/09/Pidruchnyk-Sirenko.pdf>.
3. ДСТУ 687:2015. Бензини автомобільні Євро. Технічні умови. [На заміну ДСТУ 4839:2007; чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 20 с. (Національний стандарт України). URL: [https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu\\_7687\\_2015.pdf](https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_7687_2015.pdf).

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГРОМАДСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Для міського громадського транспорту безперебійність енергетичного ресурсу має велике значення, тому що він виконує перевезення пасажирів, задовольняє попит та комфортабельність перевезення та вчасне пересування по місту.

В умовах війни, енергосистема має дефіцит електропотужності, тому треба знизити навантаження на систему та вжити певних заходів для її реалізації. Для м. Житомир, ця ситуація складна, але її можна покращити. Найкращої енергоефективності можна досягти оновленням або заміною старого транспортного парку та додаванням нових маршрутів [1].

Важливу роль в підвищенні ефективності силових мереж полягає в тому, щоб усунути втрати електроенергії та знизити їх споживання в цілому. Воно досягається шляхом реконструкції, ремонті та заміні старих силових мереж, а також передбачають закупівлю додаткових одиниць електротранспорту транспорту з автономним ходом (запас ходу до 20 км).

Одним з шляхів розвитку є її розширення та прокладання нових ліній сполучення міста та використання нових електричних транспортних засобів. Оновлення тролейбусного парку сприятиме зменшенню експлуатаційних витрат у майбутньому та забезпечить задоволення зростаючого попиту на послуги громадського транспорту в місті. Заміна та розширення парку рухомого складу сучасними транспортними засобами дозволить покращити умови праці працівників, зокрема водіїв та технічного персоналу, що займається їх обслуговуванням та зарядкою.

Іншим із шляхів розвитку мережі електротранспорту є закупівля машин з автономним ходом або відповідна модернізація наявних тролейбусів. Їх можна використати для обслуговування транспортних районів міста, на яких зараз курсують автобуси та замінити їх тролейбусами з автономним ходом.

Вдосконалення енергоефективності транспорту дає змогу зменшити втрати енергії, підвищити їх ефективність, знизити електроспоживання та забезпечити майже безперебійну роботу. Крім того, придбання нових типів транспорту дозволить забезпечити комфортні умови проїздки у салоні електротранспорту транспортного засобу (зручніші місця для сидіння, додаткові поручні та регульований температурний режим в салоні.) Суттєвої енергоефективності можна досягти шляхом закупівлі нового рухомого складу на транзисторно-імпульсній системі управління з тяговим двигуном. Це твердження ґрунтується на проведених замірах споживання електроенергії.

Для порівняння, середні витрати електроенергії тролейбусами типу ЗІУ-9 складають 34 кВт на годину руху, а новими тролейбусами типу АСКМ 321 – 20 кВт на годину руху [1]. Транзисторні системи управління тяговим двигуном дають можливість економити до 30 % електроенергії на забезпечення руху тролейбусів. Отриманий запас енергетичної потужності можливо використати для збільшення добового випуску одиниць тролейбусів та забезпечення транспортом нових маршрутів.

Аварійні зупинки транспорту, що виникають через несправності у роботі, аварії та затори на автошляхах, призводять до погіршення якості транспортних послуг та ускладнення дорожнього руху та часу поїздки в цілому. На випадок надзвичайної ситуації транспортні засоби з автономним ходом зможуть повернутися в депо, щоб не створювати ускладнення в дорожньому русі. Зарядку акумуляторів електротранспорту передбачено проводити поза пікових годин навантаження, що є доцільним за вартістю і зменшить пікове навантаження на електромережу.

Автобуси з двигунами внутрішнього згорання складають основний парк транспортних засобів задіяних в міських пасажирських перевезеннях в межах Житомирської територіальної громади і мають значно гірші показники енергоефективності, екологічності і конструктивно не можуть бути ефективно вдосконалені. Певним рішенням є використання автобусів з гібридними енергетичними установками, але вони значно збільшують витрати підприємств на підтримку працездатного стану.

Перспективним залишається сценарій розвитку інфраструктури енергозабезпечення та поширення використання в міських мережах тролейбусів з автономним ходом враховуючи позитивний досвід їх використання в м. Вінниця.

### Список використаної літератури:

1. Житомирська міська рада «Енергоефективність у Громадах II». Сергій Лазарев, 2022, 50 с.
2. Розумний транспорт і логістика для міст : навчальний посібник / О.О. Лобашов, М.В. Ольхова, А.С. Галкін та ін. – Житомир : Житомирська політехніка, 2021. – 609 с.

### **ВПЛИВ СПОСОБУ ОПЛАТИ ПРОЇЗДУ НА НАВАНТАЖЕННЯ ОКРЕМИХ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ**

Системи міського пасажирського транспорту займають особливе місце в загальній структурі пасажирського транспорту, що пояснюється безупинним підвищенням ролі міст у житті суспільства, обумовленого розподілом праці та концентрацією виробництва. Зміни в житті України призвели до значної модифікації структури потреб населення в перевезеннях і перебудові маршрутних систем більшості українських міст. У той же час прийняття рішень про зміну маршрутних систем являє собою складну задачу, що торкається інтересів великої кількості городян та має значне соціальне й економічне значення. Створення інформаційної бази міста передбачає збір вихідних даних про транспортну мережу, характеристики вулично-дорожньої мережі і попиту на переміщення пасажирів [1].

Використовуючи програмне забезпечення PTV Visum було змодельовано дві відповідні ситуації. Одна з них заснована на тарифній системі з оплатою за кожну посадку на маршрут, а інша використовує єдиний квиток, який працює протягом 40 хвилин враховуючи пересадки в одному напрямку. За приклад було взято маршрут № 1 міста Житомир. На рисунку 1 можна побачити пасажиропотік протягом дня при діючій системі оплати проїзду. Як результат, бачимо, що маршрутом користуються по всій його довжині.

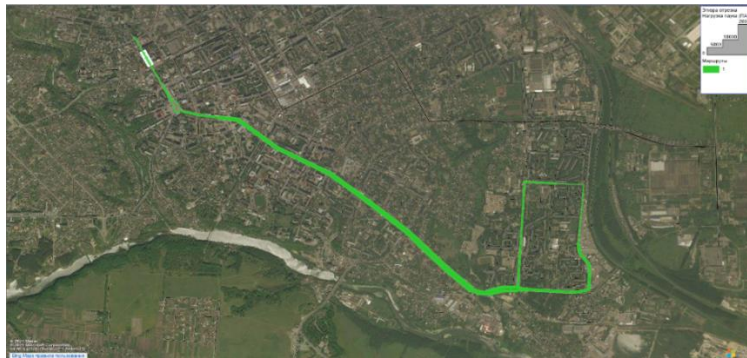


Рис. 1. Пасажиропотік на автобусному маршруті № 1 при діючій системі оплати проїзду

На рисунку 2 представлено пасажиропотік при дії єдиного квитка. Тут спостерігається збільшення пасажиропотоку на окремих ділянках маршруту при тих самих графіках роботи. Це є наслідком можливості виконувати безкоштовні пересадки між різними видами транспорту, збільшуючи можливості пересування при збереженні їх вартості.

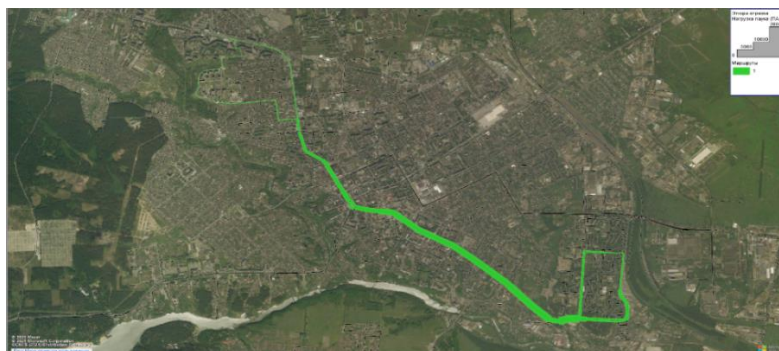


Рис. 2. Пасажиропотік на автобусному маршруті № 1 при введенні єдиного квитка з безоплатною пересадкою

Проведені дослідження показує, що при плануванні транспортної мережі, необхідно враховувати взаємодію різних видів транспорту, щоб мережа функціонувала як єдина система. Адже це в перспективі може підвищити як якість надання послуг користувачам громадського транспорту, так і до зменшення витрат перевізників через холості пробіги автобусів на окремих ділянках маршруту.

#### **Список використаної літератури:**

1. Хітров І.О., Кристопчук М.Є., Пашкевич С.М. Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

## **ОСОБЛИВОСТІ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ ТА ЇХ ПЕРСПЕКТИВИ**

Автомобільні контейнерні перевезення – зручний спосіб доставити вантаж в контейнері «від дверей до дверей» без перевантажень. Контейнерні перевезення можуть також використовуватися для мультимодальної доставки, наприклад для транспортування контейнерів до складу вантажоодержувача з порту або залізничної станції.

Для перевезення контейнерів використовуються автомобілі-контейнеровози та напівпричепи у складі автопоїзда.

В цілому, контейнерні перевезення мають ряд переваг, які сприяють їх популярності і ефективності: захист вантажу, ефективність у перевезенні, легкість переходу між різними видами транспорту, стандартизація, зменшення витрат, глобальна доступність, транспортна безпека, логістична планування, міжнародна торгівля.

Контейнери забезпечують надійний захист вантажу від пошкоджень, вологи, пилу та інших зовнішніх факторів. Вантаж у контейнері може бути правильно упакований і зафіксований, що зменшує ризик пошкодження під час перевезення. Контейнери дозволяють перевозити великі обсяги вантажу одночасно. Вони можуть бути швидко завантажені і розвантажені з суден, залізниць або вантажівок, що знижує час обробки і збільшує продуктивність перевезень.

Контейнери можуть бути перевезені морським, залізничним, автомобільним або повітряним транспортом. Це дозволяє здійснювати мультимодальні перевезення і забезпечує більшу гнучкість у виборі транспортного засобу. Контейнери мають стандартні розміри і специфікації, що спрощує їх обробку, переміщення та зберігання. Це сприяє автоматизації процесів та підвищує ефективність логістичних операцій.

Масове використання контейнерів знижує витрати на перевезення вантажу. Економія масштабу, швидкість обробки та зменшення ризиків пошкодження сприяють зниженню витрат для виробників і споживачів. Контейнерні перевезення є глобальним стандартом у транспортній і логістичній індустрії. Порти, залізничні станції та логістичні центри по всьому світу підтримують структури та інфраструктуру для обробки контейнерів, що робить їх доступними для перевезення в будь-яку точку світу.

Використання контейнерів сприяє забезпеченню безпеки вантажу під час перевезення. Контейнери можуть бути запечатані і контрольовані, що зменшує ризик втрати або крадіжки вантажу.

Контейнерні перевезення сприяють логістичному плануванню та оптимізації ланцюжків постачання. За допомогою контейнерів можна впорядкувати, організувати та відстежувати перевезення вантажів, що дозволяє ефективно керувати логістичними процесами. Контейнерні перевезення є невід'ємною складовою міжнародної торгівлі. Вони сприяють розвитку експорту, імпорту та глобалізації економік, забезпечуючи ефективний транспорт товарів між країнами.

Автомобільні контейнерні перевезення є невід'ємною складовою глобальної логістичної мережі і продовжать відігравати важливу роль у світовій торгівлі та перевезеннях у майбутньому.

Особливості контейнерних перевезень автомобільним транспортом включають таке: гнучкість та точність доставки, мультимодальні перевезення, регіональні та короткі відстані, доступ до віддалених місць, пряма доставка, гнучкість у навантаженні та розвантаженні, індивідуальний контроль, забезпечення безпеки. Використання автомобільного транспорту для контейнерних перевезень дозволяє доставити вантаж безпосередньо до пункту призначення. Це забезпечує гнучкість у виборі маршруту та часу доставки, оскільки автомобілі можуть легко адаптуватися до різних шляхів і графіків.

Автомобільний транспорт часто використовується в межах мультимодальних перевезень, спільно з іншими видами транспорту, такими як морські перевезення або залізничний транспорт. Це дозволяє забезпечити безперебійну перевезення контейнерів від початкового пункту до кінцевого пункту за допомогою комбінації різних транспортних засобів.

Автомобільні контейнерні перевезення часто використовуються для доставки вантажу на регіональних ринках або на короткі відстані. Вони ефективні для доставки вантажу між місцями, які можуть бути віддаленими від морських або залізничних терміналів, можуть бути корисними для доставки вантажу в віддалені або важкодоступні місця, де інші види транспорту можуть бути обмеженими або недоступними. Автодороги можуть проникати в незручні території, що дозволяє доставити вантаж безпосередньо до місця призначення.

Автомобільні контейнерні перевезення можуть забезпечити пряму доставку вантажу в кінцеві пункти призначення. Оскільки автомобільний транспорт може доставляти контейнери безпосередньо до складів,



заводів або магазинів, це зменшує необхідність в перевантажуванні та додаткових логістичних операціях. В результаті, вантаж може бути доставлений швидше і ефективніше.

Використання автомобільного транспорту дозволяє здійснювати навантаження та розвантаження контейнерів у різних місцях. Вантаж може бути перевезений безпосередньо зі складу або заводу до контейнерного терміналу або навпаки, що спрощує логістичні процеси та забезпечує більшу гнучкість у вантажних операціях.

Використання автомобільного транспорту для контейнерних перевезень дозволяє більший індивідуальний контроль над вантажем. Замовник або логістична компанія можуть відстежувати рух контейнера, контролювати терміни доставки та забезпечувати безпеку вантажу протягом всього шляху.

Автомобільні контейнерні перевезення можуть забезпечити високий рівень безпеки для вантажу. Водії та персонал, що обробляють вантаж, можуть забезпечити правильне завантаження, кріплення та захист контейнерів під час перевезення.

Однак, варто враховувати, що автомобільні контейнерні перевезення мають свої обмеження, такі як обмежена вантажопідйомність, обмежені відстані та залежність від дорожньої інфраструктури. Наприклад, в порівнянні з морськими контейнерними перевезеннями, автомобільний транспорт може мати обмежену вантажопідйомність і не здатний перевозити такі великі обсяги вантажу. Також, автомобільні перевезення можуть бути більш витратними з точки зору палива і екологічної ефективності, особливо на великі відстані.

Крім того, автомобільні контейнерні перевезення можуть бути більш схильними до дорожніх заторів, обмежень шляхів і транспортних правил у порівнянні з іншими видами транспорту, такими як залізничний або морський транспорт. Це може вплинути на час доставки і спричинити затримки.

У кінцевому підсумку, автомобільні контейнерні перевезення є особливо корисними для регіональних та короткодистанційних перевезень. Однак, вони також мають свої обмеження, пов'язані з вантажопідйомністю, відстанями і залежністю від дорожньої інфраструктури.

Додаткові особливості контейнерних перевезень автомобільним транспортом включають: доставка від дверей до дверей, гнучкість у розміщенні вантажу, можливість негайного реагування, перевезення вразливих або спеціальних вантажів, можливість перевезення невеликих вантажів, широкий доступ до автомобільних мереж.

Автомобільні контейнерні перевезення забезпечують можливість доставки вантажу безпосередньо від дверей відправника до дверей одержувача. Це зручно, оскільки вантаж може бути забраний з одного місця і доставлений безпосередньо до кінцевого пункту без необхідності перевантаження на інші види транспорту. Автомобільні контейнерні перевезення дозволяють розміщення контейнерів на спеціально призначених автомобільних платформах або причепах. Це дає можливість перевозити контейнери різних розмірів і типів, включаючи стандартні контейнери, рефрижераторні контейнери, відкриті контейнери.

Автомобільні контейнерні перевезення можуть бути особливо корисними в ситуаціях, коли потрібно негайно реагувати на змінні обставини. Вони можуть забезпечити швидкість доставки та можливість внесення змін у маршрут або графік доставки з мінімальними затримками.

Контейнерні перевезення автомобільним транспортом можуть бути особливо підходящими для перевезення вантажів, які потребують особливих умов зберігання або температурних режимів, наприклад, харчових продуктів, фармацевтичних препаратів або крихких товарів.

Автомобільні контейнерні перевезення також можуть бути ефективними для перевезення невеликих вантажів. Оскільки автомобільні контейнери можуть мати різні розміри і вмістити відносно невеликий обсяг товарів, вони дозволяють економічно та ефективно перевозити невеликі партії товарів без необхідності повністю заповнювати великі контейнери.

Однією з переваг автомобільних контейнерних перевезень є широкий доступ до автомобільної інфраструктури. Дороги і автомагістралі прокладені в багатьох регіонах і містах, що дозволяє доставляти вантажі в різні місця, включаючи віддалені райони або місця з обмеженим доступом до інших видів транспорту.

Загалом, автомобільні контейнерні перевезення мають свої унікальні переваги, зокрема гнучкість, швидкість доставки, можливість доставки від дверей до дверей і здатність перевозити невеликі вантажі. Вони є важливою складовою логістичних систем і забезпечують ефективний рух товарів усередині регіонів і між ними.

Автомобільні контейнерні перевезення мають великі перспективи у майбутньому. Ось кілька ключових факторів, які сприяють розвитку цього виду транспорту: зростання світової торгівлі, економія масштабу, розвиток інфраструктури, технологічні інновації, екологічна сталість.

Міжнародна торгівля продовжує зростати, і контейнерні перевезення є одним із найефективніших способів доставки товарів між країнами. За даними Міжнародної морської організації (ММО), близько 80 % всіх світових товарообігів здійснюється морським транспортом, більшість з них у контейнерах.

Контейнерні перевезення дозволяють здійснювати великі обсяги вантажу за один раз. Це забезпечує економію масштабу та зниження витрат на перевезення. Крім того, використання контейнерів спрощує

процес перевантаження вантажу з одного виду транспорту на інший, що зменшує час і ризики пошкодження товарів. Багато країн інвестують у розвиток портової інфраструктури та логістичних мереж, що сприяє збільшенню потенціалу контейнерних перевезень. Покращення портових терміналів, будівництво нових контейнерних терміналів та модернізація шляхів сполучення забезпечують більш ефективну обробку вантажу.

У сфері контейнерних перевезень постійно відбуваються технологічні інновації. Наприклад, впровадження безпілотних суден і автоматизованих портових терміналів допомагає підвищити продуктивність та ефективність контейнерних перевезень. Технології відстеження вантажу, використання штучного інтелекту і аналіз даних дозволяють покращити планування маршрутів, оптимізувати заповнення контейнерів і знизити час доставки.

Контейнерні перевезення мають переваги у відношенні екологічної сталості порівняно з іншими видами транспорту, такими як повітряний або автомобільний. Морські перевезення відомі своєю низькою викидами вуглецю на одиницю перевезеного вантажу. Крім того, з'єднання з екологічною енергією, такою як використання вітру або сонячної енергії, може сприяти подальшому зменшенню негативного впливу на довкілля.

Усі ці фактори свідчать про те, що контейнерні перевезення будуть продовжувати зростати в майбутньому. Прогнози показують, що збільшення обсягів міжнародної торгівлі, розвиток інфраструктури та технологічний прогрес ще більше підтримають розширення цього сектора. Однак, варто зазначити, що виникнення нових технологій та розвиток інших видів транспорту можуть вплинути на динаміку контейнерних перевезень у майбутньому.

#### **Список використаної літератури:**

1. Alan McKinnon, Yossi Sheffi, and Michael Browne. "Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics." Kogan Page, 2015.
2. Joanne L. Stout and Richard D. Stewart. "Rail-Truck Intermodal Freight Transport: Competitive Aspects." *Transportation Journal*, Vol. 32, No. 1, 1992.
3. Alan C. McKinnon and Julian A. Hoenig. "Intermodal Freight Transport." Routledge, 2017.
4. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). "Review of Maritime Transport." Annual Report, various years.
5. Michael G. Kay, David L. Closs, and Donald J. Bowersox. "Global Logistics and Supply Chain Management." Wiley, 2016.
6. Міжнародна конвенція щодо безпечних контейнерів (КБК) від 02.12.1972 р. // Офіційний вісник України. – 2001. – № 39. – Режим доступу : [zakon.rada.gov.ua](http://zakon.rada.gov.ua)
7. Митний кодекс України : кодекс прийн. Верховною Радою України 13.03.2012 № 4495-VI, редакція від 23.10.2013 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua> 172
8. Наказ Міністерства транспорту України від 20.08.2001 № 542 «Правила перевезення вантажів в універсальних контейнерах» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua>
9. Костюченко Л.М. Автомобільні перевезення у міжнародному сполученні. / Л.М. Костюченко, М.Р. Наапетян. – К.: ВД «Слово», 2010. – 656 с.
10. Кунда Н. Т. Дослідження операцій у транспортних системах: навчальний посібник для студентів напряму «Транспортні технології» в нз / Н. Т. Кунда; М-во освіти і науки України. – Київ: Слово, 2009. – 400 с.
11. Котенко А.М. Інтермодальні перевезення. Перспективи розвитку / А.М. Котенко, П.С. Шилаєв // 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 54. – С. 31-36.

### АНАЛІЗ ПРИЙНЯТТЯ ЛОГІСТИЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО АУТСОРСИНГУ ПРИ ВИКОНАННІ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Словосполучення «логістичний аутсорсинг» означає придбання в третьої сторони послуг з управління запасами, транспортування вантажу, його складування, тобто цілого комплексу послуг з усіма пов'язаними із цими операціями бізнес-процесами. Логістичний аутсорсинг потрібний, по-перше, компаніям, які хочуть розширитися, приміром, вирости з регіонального рівня до національного рівня покриття. Логістичний аутсорсинг необхідний зростаючим компаніям, у яких витрати часу на організацію внутрішньої логістики стають усе більше істотними. По-друге, логістичний аутсорсинг потрібний тим великим компаніям, які розуміють, що можуть досягти максимальної ефективності тільки шляхом зниження собівартості продукції. «Власна» логістика найчастіше лягає тягарем на собівартість. Логістичну службу, включаючи автопарк і склади, доводиться утримувати цілий рік, незалежно від того, чи завантажена вона [1]. По-третє, зовнішній логістичний оператор багато в чому може полегшити життя тим вітчизняним виробникам, чия діяльність заснована на імпорті-експорті сировини, комплектуючих і кінцевої продукції: йдеться про повний комплекс послуг з доставки до й від границі, митного оформлення вантажів, надання складських приміщень і підтримання в них, з доручення клієнта, певного рівня сировинних або товарних запасів.

Концепція логістичного аутсорсингу полягає у відсутності необхідності використання власних ресурсів для організації логістичних операцій, які підприємство може довірити зовнішньому партнерові. Перешкодами на шляху переходу до аутсорсингу вважають страх втрати контролю; необхідність довіри сторонньому комерційній таємниці; острах змін; складність розрахунку наявних витрат на логістику та порівняння їх із пропозицією по аутсорсингу; відсутність загальних знань про принципи аутсорсинга в ході розвитку бізнесу; скорочення персоналу [2]. Приймаючи рішення щодо аутсорсингу слід керуватися певними передумовами. В табл. 1 представлені основні чинники «за» і «проти» аутсорсингу в логістиці.

Таблиця 1

Чинники «за» і «проти» аутсорсингу в логістиці

Передумови самостійного виконання завдань	Передумови делегування завдань логістичному оператору
– прогнози витрат вказують на самостійне виконання, як на більш дешеве рішення;	– прогнози витрат вказують на закупівлю продуктів, як на більш дешеве рішення;
– наявне ноу-хау, а також обладнання і існуючий досвід є відповідними для характеристики виконуваних завдань;	– місце, обладнання і вміння є непристосованими для реалізації даного діапазону завдань;
– невикористаний потенціал підприємства є відповідним до вимог, зв'язаних з реалізацією даного діапазону завдань;	– інвестиція не є корисною з причини невеликого масштабу даної діяльності або з причини значущих потреб у інвестиціях;
– потрібний продукт не є доступним на ринку або складність завдань у цій сфері вимагає перманентного нагляду за реалізацією;	– попит на продукти підприємства (надавача доручення) має сезонно – направлений характер відповідно до розподілу ризику;
– самостійна реалізація полегшує контроль господарювання запасами, а також нагляд за реалізацією поставок споживачам;	– спеціалізовані постачальники мають знання, досвід і обладнання, які уможливають досягнення вищої якості реалізації даного діапазону завдань;
– переміщення продуктів даної діяльності є неможливим або ускладненим;	– виступає потреба концентрації на основній діяльності підприємства (надавача доручення);
– проект або методи реалізації завдань є конфіденційними особами;	– бажаним є обмеження дій, реалізованих самостійно (наприклад, через рівень витрат);
– необхідним є збереження незалежності від зовнішніх постачальників	– встановленню співпраці сприяють зовнішні умови, які полегшують забезпечення корисних зв'язків з постачальниками

Отже, не існує суперечності між аутсорсингом у логістиці і власними рішеннями. У багатьох випадках рентабельним є користування зовнішніми, спеціалізованими засобами, не відмовляючись при цьому від

управління ними. У цьому випадку управління зовнішніми засобами повинно зводитися до спільного із зовнішнім оператором визначення цілей, розробки відповідної тактики, а також встановлення ключових показників, які дозволяють орієнтуватися в поточній ситуації, а також уможливають проведення необхідних коригуючих дій. Проте, якщо наявна інформація та досвід роботи виразно говорять, що підприємство зуміє і хоче реалізувати функції логістики самостійно, не варто вважати, що аутсорсинг логістики є обов'язковим.

У такому випадку для підприємства є важливим розуміння того, що при неспівпаданні попиту та пропозиції та транспортні послуги існує імовірність настання виробничих ризиків. Величина ризику може змінюватися. Якщо попит і пропозиція значущо розрізняються, то значення втрат будуть значно перевищувати прибуток від реалізації транспортно-логістичних послуг. Визначення ризиків не лише у кількісному вираженні, але і за тенденціями їх виникнення та зміни дозволяє підприємству оцінювати економічну ситуацію і проводити її всебічний аналіз.

#### **Список використаної літератури:**

1. Фалецька Г. І. Конспект лекцій з дисципліни «Логістичний аутсорсинг» / Г. І. Фалецька; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 55 с.
2. Zaloznova Yu.S., Trushkina N.V., Kocheshkova I.M. (2018). Systemnyi pidkhid do upravlinnia ryzykamy lohistychnoi diialnosti pidpriemstv [The systematic approach to managing enterprise logistics risks]. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Ekonomichni nauky Bulletin of Khmelnytsky National University. Economic sciences, 3, Vol. 2, pp. 50-53.

**В.Є. Титаренко, к.т.н., доц.  
В.П. Шумляківський, к.т.н.  
О.М. Пилипенко, д.т.н., проф.**

*Державний університет «Житомирська політехніка»*

## **ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ОПТИМАЛЬНІСТЬ СТРУКТУРИ РУХОМОГО СКЛАДУ МІСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Проблемним питанням і напрямкам удосконалення системи громадського транспорту в м. Житомир кафедра автомобілів і транспортних систем Державного університету «Житомирська політехніка» приділяє [1] значну увагу в зв'язку з угодою про співпрацю з органами міськради.

Особливий акцент ставиться на питаннях проблемності структури рухомого складу підприємств міста з пасажироперевезень, що пов'язана з його різноманітністю за типажем моделей. Велика номенклатура типажу вносить певні проблеми в задачі системи технічного обслуговування та поточного ремонту. Значно ускладнюється технічне обслуговування та планові ремонти за рахунок великого об'єму номенклатурних позицій запчастин, видів робіт та потребі в універсальних спеціалістах для забезпечення надійності експлуатаційного стану транспортних засобів. Аналіз роботи системи «водій-автомобіль-дорога-середовище» (ВАДС) в даному випадку є особливо важливим, перш за все, за складовою «автомобіль» тому, що підтримання його справного технічного стану для забезпечення безпеки перевезень [2] пасажирів в таких умовах є складною задачею за багатьма напрямками (запчастини, обладнання, спеціалісти). Детальний аналіз рухомого складу ведучого підприємства міста з надання транспортних послуг перевезення пасажирів дозволить з'ясувати його вплив на структуру виробничо-технічної бази та виявити напрямки оптимізації, з метою покращення виконання основної задачі – надання якісних послуг. При проведенні аналізу впливу рухомого складу на надійність пасажироперевезень важливо розглянути вплив таких факторів, як вік транспортних засобів, вид пального, модель та виробник транспортного засобу. Вік рухомого складу, перш за все, є особливо важливим для забезпечення показника надійності, але одночасно має вагомий зв'язок з технологічними процесами технічного обслуговування та ремонту. Вид пального впливає на процеси організації заправок транспортних засобів для забезпечення максимальних пробігів при пасажиро перевезеннях. Модель транспортного засобу та його виробник визначає номенклатурні запаси запчастин та специфіку технологій технічного обслуговування та ремонтів.

В сучасних умовах воєнного стану, при можливих енергетичних блекаутах, не завжди є можливим використання електротранспорту, тоді проблему можуть вирішити наявні великі, за пасажиромісткістю, автобуси «VOLVO» з дизельними двигунами в поєднанні з малими, в залежності від транспортних маршрутів. Однак, при плануванні маршрутів слід враховувати, що транспортні засоби з дизельними двигунами в системі ВАДС при їх експлуатаційному використанні, одночасно загострюють проблему екологічного забруднення оточуючого середовища шкідливими викидами. З точки зору проблем екології, постає питання: куди рухатись в перспективі – гібридні автомобілі або електробуси? Це корінним чином може змінити сутність технологічної бази підприємств і, як показує досвід, може значно вплинути на рентабельність перевезень, в сторону зменшення, за рахунок значної вартості запчастин. Тому, як вихід із явного протиріччя, на даний час може бути поєднання певної оптимальної номенклатури автомобілів з двигунами внутрішнього згорання та електромобілів з гібридними автомобілями.

### **Список використаної літератури:**

1. В.Є.Титаренко, Проблеми та напрями удосконалення системи громадського транспорту в місті Житомир / В.Є.Титаренко, Д.В.Романько, В.С.Лукашов // Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту : тези XII міжнародної науково-практичної конференції, м. Вінниця, 21-23 жовтня 2019 р., ВНТУ, С. 184–187.
2. Кужель В.П., Щерба В.О., Михальчук О.В. Фактори впливу на оцінку якості послуг з перевезень автомобільним транспортом / НАУКОВІ ПРАЦІ Міжнародної науково-практичної конференції
3. Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні, 15-18 жовтня 2019. ХНАДУ, С. 102–105.

**І.А. Чайковський, студент групи ААГ-20М**  
**В.П. Шумляківський, зав. кафедри АІТТ, к.т.н.**  
*Державний університет «Житомирська політехніка»*

### **ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА GPS ТРЕКЕРІВ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ Й КОНТРОЛЮ КІЛЬЦЕВИХ МАРШРУТІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

Актуальним питанням в доставці готової продукції від виробника до споживача є своєчасність отримання товару замовником та мінімізація собівартості такої доставки для виробника. Відповідно, зі зменшенням відсотку витрат на доставку в загальній структурі собівартості, знижується і кінцева ціна товару для споживача. Підприємства виробники, конкуруючі на ринку певних товарів, залучають нові технології для зменшення витрат на логістику, або, як її ще називають, логістику останньої милі. Необхідністю залучення спеціалізованого програмного продукту в логістиці зумовлено тим, що спеціалісти з логістики, які формують маршрути доставки, використовуючи діючі програмні продукти, зокрема 1С Підприємство, не можуть максимально точно вирахувати оптимальну кількість та протяжність маршрутів, вартість доставки, черговість точок доставки, наповненість автотранспорту по ваговим та об'ємним показникам, проконтролювати дотримання водія-експедиторами поставлених завдань. Також, слід відмітити, що часто спеціалісти компаній обмежені в часі на формування маршрутів. Залежно від кількості точок доставки формується штат з декількох менеджерів з логістики на підприємстві, які займаються формуванням маршрутів. Проблемою керівника підприємства є пошук кваліфікованих кадрів, здатних сформувати маршрути з мінімальними затратами для компанії. При цьому людський інтелект не може максимально точно та швидко провести усі необхідні операції з формуванням маршрутів, враховуючи множинність факторів для мінімізації витрат.

На допомогу менеджерам з логістики приходять автоматизовані системи управління доставкою продукції Transportation Management System (TMS), адже впровадження штучного інтелекту дозволяє працювати одночасно з великим обсягом вхідних даних (замовлень клієнтів) і оптимізувати витрати підприємства уже на етапі планування. Підприємства використовують спеціалізовані програмні продукти компаній-постачальників даних електронних послуг з формування маршрутів, одночасно встановлюючи GPS-трекери на власні автомобілі та автомобілі аутсорсингових компаній з перевезення продукції. Трекери дозволяють отримувати інформацію в режимі реального часу про переміщення транспортних засобів та є невід'ємною складовою функціонування програмного забезпечення з формування маршрутів. Оператор диспетчерського пульта, який працює в програмі по плануванні маршрутів, є керівником та контролером, який приймає рішення, щодо онлайн корекції маршрутів в процесі доставки.

Все більше компаній в Україні звертають увагу на автоматизацію логістики. TMS-системи можуть використовуватись як окремий програмний продукт, так і в комплексі з іншими продуктами в складі Enterprise resource planning system (ERP) систем планування ресурсами підприємства. Кожна програмна система у списку нижче виконує певну функцію; при інтеграції вони формують цифровий каркас, що підтримує весь процес постачання. Планування ресурсів підприємства (ERP) підтримує інструменти для бухгалтерського обліку, управління замовленнями та виставлення рахунків. Система управління складами Warehouse management system (WMS) дає змогу керувати функціями складу, включно з укладанням на вантажних піддонах, виконанням замовлень, обробкою відвантажень і надходжень, а також відстеженням запасів. Так, перевагами автоматизації доставки TMS наприклад, для швидкопсувної продукції є: скорочення часу перебування товарів в кузові автомобілів, контроль температури в кузові, мобільний додаток для водія.

Програмне забезпечення TMS систем передбачає експорт даних (замовлень клієнтів) з облікової системи підприємства, наприклад 1С, в хмарний сервер компанії постачальника програмних послуг. Далі зайшовши на сайт компанії, проводиться обробка даних, формування маршрутів та експорт назад в облікову систему підприємства замовника вже готових накладних, маршрутів, електронних шляхових листів. Поява хмарного програмного забезпечення для управління перевезеннями зрівняла правила гри. Раніше програмне забезпечення TMS було доступне тільки великим корпораціям, але зараз його можуть розгорнути і невеликі компанії, яким необхідна інтегрована цифрова система для конкурентної боротьби на сучасному ринку. Хмарні технології в поєднанні з розвитком сектора електронної комерції збільшили попит на програмне забезпечення TMS. Дослідження Grand View Research засвідчило, що середньорічний темп зростання ринку систем TMS, як очікується, збільшиться на 16,2 % у період з 2019 по 2025 рік [1].

Системи TMS використовують компанії, які мають регулярно відвантажувати та отримувати товари. Під час пандемії до користувачів TMS – виробників, оптових компаній, дистриб'юторів і ритейлерів – долучилися цифрові компанії електронної комерції, яким потрібні способи швидкого, ефективного та економічного доставлення товарів. Приклади компаній, яким необхідна система TMS: роздрібна торгівля, автомобільна промисловість і виробництво, фармацевтична та медична галузі, організації громадського

харчування та ресторани, постачальники логістичних послуг. Поява можливості хмарного доступу зробила системи TMS доступними для більшої кількості компаній і відкрила нові можливості та рівні гнучкості програмного забезпечення. Штучний інтелект приніс низку революційних інновацій. Він може замінити людину під час виконання трудомістких і рутинних завдань, що дає значні переваги з погляду часу і фінансів.

Машинне навчання дає змогу швидко створювати точні прогнози на основі величезних наборів даних. Так, саме машинне навчання може допомогти компаніям знайти компроміс між економією витрат і своєчасністю постачання з урахуванням таких чинників, як географія доставки та контрольні точки виконання операцій у реальному часі. Нарешті з'явилася можливість вибрати оптимальний варіант між дорогим перевезенням з однією зупинкою і дешевим перевезенням з кількома зупинками. Інші технології також можуть зробити системи TMS ефективнішими. Чат-боти, або цифрові асистенти, можуть знизити адміністративні витрати на обробку рутинних запитів клієнтів.

ABM Rinkai TMS та Ant-logistics «Мурашина логістика» – це автоматичне планування щоденних кільцевих маршрутів двох постачальників ринку TMS послуг. Система включає максимальний набір ефективних і зручних інструментів, які довели свою корисність на практиці. Сотні замовлень оптимально розподіляються за маршрутами з урахуванням всіх обмежень в рамках єдиного алгоритму. Загальна кількість замовлень не має значення, оскільки віддалені сервери постачальника програмного продукту справляються з обробкою тисяч замовлень. Готовий маршрутний лист може бути переданий в облікову систему, збережений у csv файл і роздрукований за допомогою Excel або переданий у мобільний додаток постачальника мобільного продукту під Android. Додаток також служить для водія як трекер і навігатор, а також для зв'язку з клієнтом і зворотного зв'язку. Переваги використання мобільного додатку для водія: перелік точок доставки, порядок їх об'їзду, контакти клієнтів, повна інформація про замовлення, навігація за маршрутом з урахуванням дорожньої ситуації.

При використанні системи враховуються всі ваго-габаритні характеристики замовлень і автомобілів як для завантаження, так і для розвантаження, можливість використання кроссдокінгу при доставці продукції (перевантаження з великогабаритного транспортного засобу у малогабаритні автомобілі).

Система може автоматично розіслати sms або email клієнтам про запланований час прибуття та інформації за замовленням. Клієнт буде готовий до прийому замовлення, що зменшує час простою і підвищує лояльність клієнтів.

Порівняння факту з планом необхідне для контролю виконання маршрутів і відхилень за кілометражем і часом. Фактичний рух автомобілів отримується від існуючої трекингової системи. Також у системі присутній комплексний набір аналітичних об'єктів для всебічного аналізу, включаючи оцінку вартості виконання кожного замовлення. Перевагою використання систем для менеджера з логістики в розрізі аналітики: аналіз використання транспорту, пробігу та витрат часу в розрізі загального часу маршрутів, часу в точках, часу руху. Ще на етапі планування можна уникнути перепрацювань водіїв та недопущення перевантаження автомобілів. Менеджер з логістики отримує зведений звіт за робочий день.

Впровадження даних систем дає можливість отримати наступні результати: зниження транспортних витрат на 15–25, оптимальний вибір транспортних ресурсів з найменшою нормою витрати палива, тарифом перевізника, необхідних для виконання замовлень – 100 %, мінімізація необхідного автопарку на 7–12 %, скорочення сумарного кілометражу на 10–15 %, оптимальний розподіл точок за маршрутами, скорочення супутніх витрат, фонду оплати праці, обслуговування додаткового транспорту, оптимізація персоналу відділу логістики, мінімізація впливу кваліфікації логіста на кінцевий результат, скорочення часу планування логістом маршрутів [2].

Вартість використання даних систем в Україні за даними веб-сайту одного з постачальників продукту складає від 10 до 15 доларів США за маршрут автомобіля на місяць [3].

Отже, п'ять ключових переваг, які можуть бути досягнуті завдяки використанню у логістиці на основі хмарної TMS: зниження витрат на логістику, покращення точності та якості поставок, підвищення рівня обслуговування клієнтів, підвищення продуктивності, аналітика та контроль. Однією з найбільших переваг використання TMS стала можливість у реальному часі проводити аналіз і контроль над логістичними операціями бізнесу. Рішення TMS дають компаніям комплексне уявлення про ланцюжок поставок, дозволяючи їм контролювати рівень своїх запасів, відстежувати свої відправлення та оптимізувати свої маршрути та графіки.

#### **Список використаної літератури:**

1. Електронне джерело : <https://www.sap.com/cis/products/scm/transportation-logistics/what-is-a-transportation-management-system-tms.html>.
2. Електронне джерело. Вебсайт постачальника TMS послуг <https://tms.abmcloud.com/uk/>.
3. Електронне джерело. Вебсайт постачальника TMS послуг <https://ant-logistics.com/>.

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ПОЇЗДІВ

Важливу роль в підвищенні ефективності використання автомобільних поїздів відіграє здатність зберігати безвідмовність систем безпеки. Особливо високі вимоги пред'являються до надійності рульового управління тягачів і гальмівної системи в цілому автопоїзда.

Моніторингом сучасних автомобільних поїздів [1] встановлені закономірності порушень працездатності. Із загальної кількості відмов для автомобілів-тягачів склало: рульове управління 0,5–5,3 %, гальмівна система – 9,5–14,4 %, гальмівна система причіпного складу – 23,5–42,3 %.

Аналіз порушень працездатності рульового управління автомобілів-тягачів MERCEDES-BENZ показав, що в основному відмовляли наконечники поздовжньої тяги (39,34 %) і шланги гідропідсилювача (21,69 %). Середнє напрацювання до відмови склало 493987,7 км. Середнє значення параметра потоку відмов – 0,34.10–3 1/км. Аналіз порушень працездатності гальмівної системи в досліджуваній групі автомобілів виявив такі порушення працездатності: гальмівні диски – 78,2 %, датчики ABS – 6,2 %, модулятори EBS (як правило, задньої осі) – 6,2 %, кабель EBS – 2,9 %, блок EBS – 1,7 %. Мали місце відмови енергоакумуляторів – 1,8 %, операції заміни гальмівних шлангів і розеток ABS, модуля управління гальмами мали місце в одиничних випадках і складають в сумі близько 1 % випадків. Середнє напрацювання до відмови склало 465200,2 км, а середнє значення параметра потоку відмов  $0,823 \cdot 10^{-3}$  1/км.

За досліджуваній період на автомобілях-тягачах VOLVO FH 1242 в рульовому управлінні спостерігалися відмови насоса гідропідсилювача – 50,0 %, замінена одна поздовжня тяга, замінений один регулювальний трос і одна гайка шкворня. Середнє напрацювання на відмову склало 100000 км. Середнє значення параметра потоку відмов – 0,01.10–3 1/км. Велика частина відмов припадає на пружини гальмівних колодок – 57,1 % і супорт гальмівний – 34,3 %, по одній відмові енергоакумулятора, крана управління гальмами, модулятора, пневмошланг, дві відмови - клапана обмежувача тиску. Середнє напрацювання на відмову склало 351500 км, а середнє значення параметра потоку відмов -  $0,05 \cdot 10^{-3}$  1/км.

Напрацювання на відмову гальмівної системи напівпричепів склало 300000 км. Але сучасні автопоїзди облаштовані системами стабілізації і попередження про зіткнення. Система стабілізації допомагає зберігати стабільність автомобіля під час руху, зменшує ризик перекидання транспортного засобу та допомагає уникнути нещасних випадків. Сучасні системи стабілізації зазвичай базуються на електронних компонентах та сенсорах, які зчитують дані про рух автомобіля. Але вони також можуть відмовити через зношування, дефект або несправність електронних компонентів. Система попередження про зіткнення допомагає водію уникнути зіткнення з іншими автомобілями або перешкодами на дорозі. Система попередження про зіткнення зазвичай базується на радарних сенсорах або камерах, які зчитують дані про відстань між автомобілями та швидкість руху. Ця система може також відмовити через несправність компонентів або неправильну настройку.

Для підвищення надійності систем безпеки автомобільних поїздів необхідно забезпечити їх сумісність з іншими системами. Наприклад, система попередження про зіткнення повинна працювати взаємодіючи з системою керування, щоб вчасно сповістити водія про можливу небезпеку та уникнути аварії. Надійність систем безпеки автомобільних поїздів можна покращити шляхом вдосконалення їх алгоритмів роботи та забезпечення їх адаптивності до різноманітних умов дорожнього руху. Наприклад, система розпізнавання дорожніх знаків може бути доповнена системою розпізнавання пішоходів, що дозволить вчасно виявляти небезпеку та уникнути аварії.

Отже, надійність систем безпеки автомобільних поїздів є важливим питанням, яке потребує системного підходу. Необхідно забезпечувати регулярне технічне обслуговування та діагностику кожної системи, забезпечувати їх сумісність з іншими системами та використовувати якісні та надійні компоненти. Також необхідно вдосконалювати алгоритми роботи систем та забезпечувати їх адаптивність до різноманітних умов дорожнього руху. Ці заходи допоможуть знизити ризик виникнення аварій і покращити безпеку учасників дорожнього руху.

### Список використаної літератури:

1. Кравченко О.П. Надійність систем активної безпеки автомобілів-тягачів // Всеукраїнська науково-практична конференція «Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні»: Тези доповідей. – Львів: Видавництво «Львівської політехніки», 2016, с. 49-50.



### **АНАЛІЗ РУХУ, ВИТРАТИ ПАЛИВА І ВИКИДІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕХРЕСТІ М. ЖИТОМИРА В PTV VISSIM**

Основними причинами забруднення повітря від автотранспорту є поганий стан технічного обслуговування автомобілів, низька якість палива, слабкий розвиток системи управління транспортними потоками.

Вулично-дорожня мережа (ВДМ) великих міст є причиною високої щільності транспортних потоків, низької інтенсивності руху, частих заторів. Усе це разом з технічним станом доріг і елементів ВДМ значно впливає на стан повітря навколо магістральних вулиць і доріг. Тут варто виділити пасивні зони, що знаходяться усередині вулично-дорожньої мережі поза межею вулиць і доріг. У них практично відсутній рух транспорту. Це спальні райони міста, дитячі сади, школи, ігрові площадки, мікрозони для щоденного відпочинку.

Вплив вулично-дорожньої мережі на міське середовище в сукупності з рухом автотранспорту полягає в наступному. На їх екологічну безпеку значною мірою впливають планувальні особливості і геометричні параметри доріг міста. Основне навантаження в містах приходить на магістральні дороги, де інтенсивність транспортного потоку в 2–3 рази перевищує розрахункову. Розвиток доріг істотно відстає від росту парку автомобілів, багато міських вулиць і доріг не відповідають сучасним вимогам, тому що побудовані за застарілими технічними умовами. Усе це призводить до зниження рівня екологічної безпеки транспортної інфраструктури та перешкоджає забезпеченню безпеки дорожнього руху.

У центральній частині великих міст з історично сформованою забудовою виникають транспортні проблеми через невідповідність параметрів дороги до інтенсивності руху. Ці проблеми виявляються переважно на перетинаннях автомагістралей, де збільшуються транспортні затримки, утворюються затори, що викликає зниження швидкості пересування і невиправдану перевитрату палива.

Постійні затори перед перехрестями, часті зупинки, гальмування і набирання швидкості є причинами підвищеного забруднення повітря міста.

Транспортна щільність автодоріг – важливий параметр для моделювання руху автомобілів. Тоді автотранспортні засоби можна розглядати як розподілені і пересувні джерела забруднення навколишнього середовища з урахуванням транспортно-експлуатаційних показників доріг [1].

Основні завдання моделювання:

- планування транспортної інфраструктури й громадського транспорту;
- графічна обробка мережі;
- аналіз й оцінка транспортних мереж;
- прогноз запланованих заходів;
- створення платформи для транспортно-інформаційних систем.

При необхідності переходу на мікрорівень, тобто при плануванні руху на окремому перехресті або групі перехресть або наочної демонстрації громадськості змін, які відбудуться в районі міста у випадку будівництва нових доріг, розв'язок і т.д., застосовується модель VISSIM.

Основні завдання моделі:

- порівняння пунктів перетинання залежно від розвинених форм (круговий рух, регулювання напрямку руху, що направляють сигнальні пристрої й розв'язки);
- проект, тест й оцінка залежності транспорту від світлових сигнальних пристроїв;
- аналіз заходів щодо полегшення руху громадського транспорту;
- оцінка пропускної здатності;
- створення правил керування рухом транспортних коштів на автострадах і вулицях [2].

Метою дослідження було визначення шкідливих викидів і витрати палива на перехресті м. Житомира. Моделювання витрати палива було розглянуто в роботі [3].

На рис. 1 зображена схема моделі перехрестя – (вул. Східна-Грушевського, м. Житомир), на якому проводилася імітація. Перед початком імітації в меню «Об'єкти мережі» було обрано пункт «Вузли» та нанесено на модель перехрестя. Межею вузлів було прийнято умовні лінії, що проходять по СТОП-Лінії кожного з під'їзду. Далі в меню «Аналіз», пункт «Конфігурація» та навпроти строки «Вузли» було вказано час імітації. Наступним етапом було обрано меню «Аналіз» → «Списки результатів» → «Результати аналіза вузлів».

В результаті імітації моделі впродовж 3600 с. було отримано дані, що зведені в таблицю 1.



Рис. 1 Схема руху транспортних засобів

Таблиця 1

Результат імітації моделі

Кореспонденція	Сер. довжина затору, м.	Макс. довжина затору, м.	К-сть ТЗ, авт.	Середній час затримки і ТЗ, с.	Середній час простою, с.	Середня к-сть зупинок ТЗ	Викиди CO, г.	Викиди NO <sub>x</sub> , г.	Викиди VOC, г.	Витрати палива, л.
1	10,08	44,51	263	27,29	18,87	2,18	453,38	88,21	105,08	24,53
2	10,64	45,37	53	23,94	15,19	1,19	62,17	12,10	14,41	3,37
3	10,08	44,51	38	55,86	43,42	3,29	97,65	19,01	22,63	5,29
4	23,19	101,68	253	41,41	30,25	1,41	383,63	74,64	88,91	20,77
5	23,19	101,68	68	49,57	36,95	1,37	107,82	20,98	24,99	5,84
6	23,19	101,68	172	47,25	38,2	1,2	263,61	51,29	61,09	14,27
7	45,86	178,41	458	40,88	28,67	1,54	739,28	143,84	171,33	40,04
8	9,73	54,6	191	32,47	22,99	1,59	280,69	54,61	65,053	15,20
9	45,86	178,41	213	93,28	66,06	4,07	752,04	146,32	174,29	40,73
10	76	191,66	501	78,28	59,51	2,19	1205,59	234,56	279,41	65,29
11	76	191,66	113	94,54	72,73	2,65	324,44	63,13	75,19	17,57
12	76	191,66	82	68,4	53,23	1,71	163,58	31,83	37,91	8,86
<b>Сума:</b>	26,42	191,66	2405	56,29	40,81	2,01	4831,94	940,12	1119,85	261,76

Отримані дані дають змогу оцінити рівень викидів і витрату палива, які в подальшому можна використовувати для покращення руху через перехрестя.

**Список використаної літератури:**

1. Угненко С.Б. Вплив пересічень автомобільних доріг на забруднення навколишнього середовища придорожнього простору / С. Б. Угненко // Автошляховик України. — 2010. — № 3. — С. 46-47
2. Беспалов Д. Моделювання транспортного потоку на перетинах в різних рівнях. 2014 – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://bespalov.me/2014/01/08/modelyuvannya-transportnogo-potoku-na-peretynahv-riznyh-rivnyah/>.
3. Колодницька Р.В. Моделювання витрати палива для автомобільного транспорту з врахуванням транспортних технологій. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Вип. 33 (72) № 2, 2022. С. 201-208.

**В.П. Шумляківський, зав. кафедри АіТТ, к.т.н.**  
**О.О. Багінський, асистент кафедри АіТТ**  
**О.О. Добровінський, аспірант кафедри АіТТ**  
*Державний університет «Житомирська політехніка»*

## **АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЖИТОМИРСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ**

Автобусні перевезення в найближчій перспективі для більшості міст України залишаються основним видом пасажирських перевезень і мають велике соціальне значення. Надійна і ефективна робота міського пасажирського транспорту є найважливішим показником соціально-політичної і економічної стабільності міста [1]. Система міських пасажирських перевезень має бути спрямована на те, щоб із скороченням соціальних, економічних та екологічних витрат задовольняти існуючі пасажиропотоки у просторі та часі [2].

На замовлення Житомирської міської ради проводилась науково-дослідна робота на тему «Розробка комплексної схеми руху громадського транспорту Житомирської міської територіальної громади». Під час виконання науково-дослідної роботи були проведені дослідження табличним методом згідно з методикою вивчення попиту населення на пасажирські перевезення затвердженою наказом міністерства транспорту України. Система міського пасажирського транспорту міста Житомира, в момент проведення науково-дослідної роботи була представлена автобусними, тролейбусними та трамвайними маршрутами. Станом на кінець листопада 2022 року в місті функціонує 22 автобусних (з яких 7 – приміські які проходять через місто), 8 тролейбусних і один трамвайний маршрути.

Було визначення пікові часи навантаження на мережу міського пасажирського транспорту, як протягом дня так і по дням тижня. Відповідно було обрано наступні години: 7:00 по 11:00 – ранковий пік; 12:00–13:00 – обідній та вечірній пік з 16:00–19:00. Дні тижня середа та четвер обрані для проведення досліджень з міркувань формування сталого пасажиропотоку по тижню та виходячи з вимог проведення відповідних досліджень.

Провівши аналіз існуючої мережі громадського транспорту були зроблено висновок, що автобусні маршрути переважно дублюють маршрути електротранспорту міста. В результаті проведених досліджень були проведені розрахунки швидкісних параметрів руху транспортних засобів та показників їх роботи за рейс, деякі з них наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Кількісні показники роботи громадського транспорту маршрути яких дублюються

Маршрут	Середня швидкість сполучення, км/ч	Довжина маршруту, км	Середня відстань поїздки пасажирів, км	Коефіцієнт змінюваності пасажирів за рейс
Тролейбус №2	14,68	23,89	2,55	4,89
Тролейбус №3	14,57	24,34	2,93	4,55
Автобус №23	19,24	27,50	4,11	3,42
Тролейбус №15	15,45	19,87	2,68	3,73
Тролейбус №15А	15,04	19,65	2,4	4,35
Автобус №44	22,29	34,42	3,85	4,71

Проаналізувавши дані розрахунків можна дійти висновку, що автобусні маршрути мають перевагу над тролейбусними маршрутами за показником середньої швидкості сполучення. Це призводить до того що пасажир при поїздки на дальню відстань обирає автобусний маршрут, на це також вказує значення середньої відстані поїздки пасажирів, яке для автобусних маршрутів в півтори рази більша ніж у тролейбусних. Також можна зазначити що різниця в вартості однієї поїздки в 4 гривні між тролейбусом і автобусом суттєво не вплинуло на вибір способу переміщення.

### **Список використаної літератури:**

1. Чуйко С.П. Основні параметри і предмет розвитку маршрутної мережі автобусних міських перевезень навантаженням / Чуйко С.П., Шумляківський В.П. // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Сер. : Технічні науки. - 2022. - Т. 33 (72), №5. - С. 337-342 Режим доступу : [http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2022/5\\_2022/52.pdf](http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2022/5_2022/52.pdf).
2. Біліченко В. В. Методичні підходи до вдосконалення міської маршрутної мережі. Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ. Вінниця, 22-24 березня 2017р. С. 2967-2969.

В.П. Шумляківський, зав. кафедри АіТТ, к.т.н.  
 А.О. Добровінський, магістрант гр. ААГ-20М  
 О.О. Добровінський, аспірант кафедри АіТТ  
 Державний університет «Житомирська політехніка»

## АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБСТЕЖЕННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ В МІСТІ ЖИТОМИРІ СИЛУЕТНИМ МЕТОДОМ

Основним завданням міського пасажирського транспорту є своєчасне, повне й якісне задоволення потреб населення в пересуваннях. Під час розроблення заходів, спрямованих на удосконалення організації та планування пасажирських перевезень, першочергове значення має інформація про попит на транспортні послуги. Обґрунтованість вирішення всього комплексу завдань організації та планування безпосередньо залежить від того, наскільки точно вдається спрогнозувати потреби населення у пересуваннях у часі.

У межах науково-дослідної роботи на тему «Розробка комплексної схеми руху громадського транспорту Житомирської міської територіальної громади» проводилось комплексне обстеження пасажиропотоку. Були проведені дослідження силуетним методом з метою отримання даних наповнення пасажирського транспорту, дотримання інтервалів руху водіями громадського транспорту.

Силуетний (візуальний) метод дослідження пасажиропотоків базується на отриманні інформації водієм або обліковцями на зупиночних пунктах зі значним пасажирооборотом шляхом візуальної оцінки ступеня наповнення салону транспортного засобу пасажирами. Доступним і зрозумілим показником, який відображатиме рівень наповнення пасажирських салонів транспортних засобів, ми вважаємо, повинен бути відсоток наповнення від номінальної пасажиромісткості. Відповідність бальним оцінкам така: 1 бал – до 25 %; 2 бали – 26–50 %; 3 бали – 51–75%; 4 бали – 76–96%; 5 балів – 97–105 %. Розглянемо ситуацію на перетині вулиць Чуднівській та Лева Качинського. Отримані дані відображені в рис. 1:

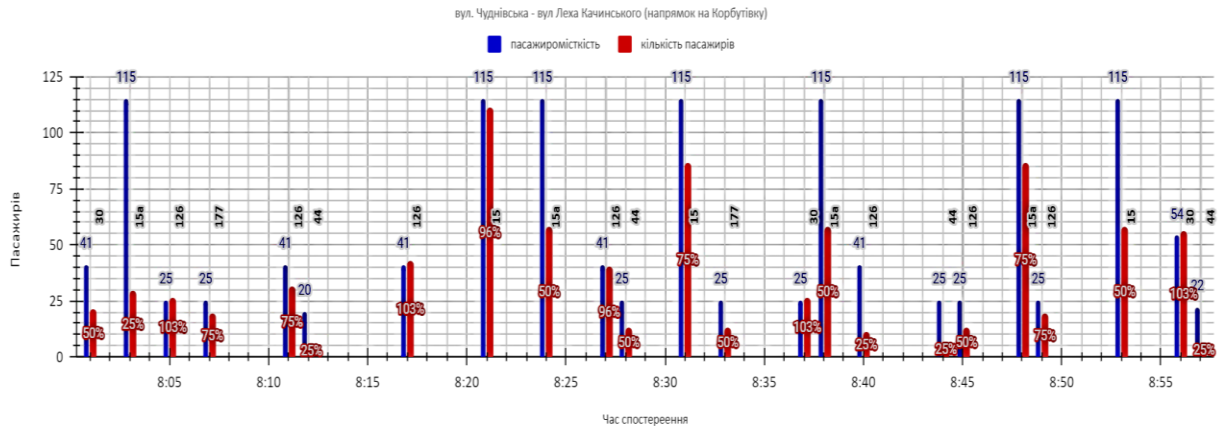


Рис. 1. Зведені дані наповнення пасажирських транспортних засобів протягом часового інтервалу

Для отримання максимальних показників ефективності використання транспортних засобів та якості пасажирських перевезень підприємства міського пасажирського транспорту мають бути забезпечені рухомим складом різної пасажиромісткості та розподіляти їх між маршрутами відповідно до потужності пасажиропотоку. Нерівномірність пасажиропотоку в часі пов'язана із добовим циклом життя населення. Час, що витрачається на пересування розглядають як непродуктивний, оскільки при пересуваннях людина не виробляє матеріальних цінностей, зазвичай не використовує його для навчання, розвитку особистості, відпочинку, у культурних цілях. Інтервал руху є вагомим показником, як для перевізника, так і для пасажирів, причому бажані напрямки впливу на значення інтервалу руху є діаметрально протилежними: перевізники намагаються збільшити його, за рахунок чого збільшується їхній дохід через збільшення коефіцієнту заповнення салону, а пасажирів хочуть його зменшення задля покращення якості перевезення на основі зменшення коефіцієнту заповнення салону та часу очікування посадки.

Отже перевізники і пасажирів зацікавлені у граничних значеннях коефіцієнту заповнення салону, а саме: коли відсутні пасажирів, що стоять у проходах або коли в салоні знаходиться така кількість пасажирів, що зайняті не лише всі місця для сидіння, а люди ще й розташовуються у проходах згідно з нормами заводу-виготовлювача. Компромісним рішенням може бути підхід, коли кожна зі сторін погодиться на однакові часткові поступки у своїх інтересах, а саме: пасажирів погоджуються з такою кількістю пасажирів у проходах, на яку буде зменшена максимальна заводська пасажиромісткість у розрахунках планового значення інтервалу руху.

### Список використаної літератури:

1. Рудзінський В.В., Мельничук С.В., Рафальський О.І., Шумляківський В.П. / Дослідження стану пасажироперевезень в місті Житомирі, аналіз проблеми / Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – 2014. – № 2. – С. 117–122.
2. Кара І.А. Визначення пасажиропотоків на міських маршрутах з використанням нечіткої логіки та транзакцій абонентів стільникового зв'язку : дис... к.т.н. / Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2017. 208 с.