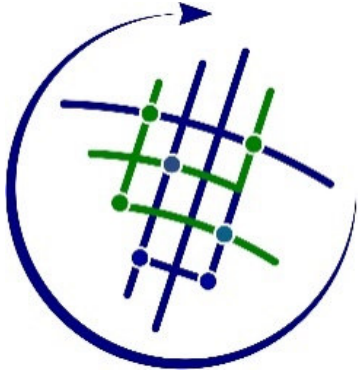


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**



INTERMARIUM
FUNDACJA

**П'ЯТА ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ**

У СПІВПРАЦІ З ФОНДОМ INTERMARIUM

**«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА
ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ»**

25–27 ЖОВТНЯ 2023 р.

РІВНЕ – 2023

УДК 621:656.13:347.763:378:001.895
І–66

Рецензенти:

Савіна Н. Б., проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків Національного університету водного господарства та природокористування, д.е.н., професор;
Сорока В. С., проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи Національного університету водного господарства та природокористування, к.с.-г.н., доцент;
Марчук М. М., директор навчально-наукового механічного інституту Національного університету водного господарства та природокористування, к.т.н., професор;
Кравець С. В., д.т.н., професор кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин Національного університету водного господарства та природокористування;
Кристончук М. Є., к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування;
Козяр М. М., д.пед.н., професор, завідувач кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування.

*Рекомендовано вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.
Протокол № 11 від 24 листопада 2023 р.*

Відповідальний за випуск:

Никончук В. М., д.е.н., в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування.

І–66 Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем: матеріали тез V Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції 25–27 жовтня 2023 р. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2023. 177 с.

ISBN 978-966-327-571-0

У збірнику представлені теоретичні та практичні результати напрацювань в царині інноваційних технологій в машинобудуванні, ефективного функціонування транспортних систем, логістичного забезпечення транспортних процесів, конструювання, технічної експлуатації і ремонту транспортних засобів, а також вітчизняного та зарубіжного досвіду підготовки фахівців у закладах вищої освіти, виконаних науково-педагогічними та науковими працівниками, докторантами, аспірантами та студентами закладів освіти, науки та інших організацій.

УДК 621:656.13:347.763:378:001.895

ISBN 978-966-327-571-0

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2023

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1 ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ І ТРАНСПОРТІ

Білоконь Сергій Тєрєхов Дмитро Рибалко Іван	Області застосування плазмового нагріву	8
Білотіл Микола Ювчик Надія Голотюк Вікторія	Використання машин в аграрному секторі	10
Войчишин Юрій Горбай Орест	Експериментальні дослідження роботи дифузора системи опалення кабіни водія автобуса Електрон А185	12
Герліці Юрай Ловська Альона Діжо Ян	Визначення навантаженості напіввагона з урахуванням застосування проміжного адаптера між його кузовом та вантажем	16
Голотюк Микола Налобіна Олена Бундза Олег	Використання квадрокоптерів в аграрних підприємствах	20
Запара Ярослав Каменська Ольга Хала Олександр	Роль залізничного вузла в транспортній системі України	22
Кондратюк Олександр Кобиліус Олександр Верещако Олександр	Аналіз циркуляції абразивного робочого середовища при вібраційній обробці деталей	24
Ловська Альона Діжо Ян Блатницький Мірослав	Аналіз міцності контейнера типу хопер при перевезенні автотранспортом	28
Науменко Юрій Дейнека Катерина Булан Борис	Візуалізований аналог відносної продуктивності подрібнення ударною дією в барабанному млині	32
Науменко Юрій Дейнека Катерина Красівський Тарас	Визначення взаємодії елементів внутрішньокамерного завантаження барабанного млина на основі візуалізації даних	34
Науменко Юрій Дейнека Катерина Чересюк Віталій	Візуалізована вихідна характеристика ударної взаємодії внутрішньокамерного завантаження барабанного млина	36
Нерубацький Володимир Гордієнко Денис	Впровадження мобільних технологій у сфері залізничного транспорту	38
Нечидюк Анатолій Бурич Ярослав	Перший гідравлічний екскаватор	41
Омельченко Леонід Гладков Сергій	Обміднення боридних покриттів для підвищення зносостійкості деталей машин	43

Омельченко Леонід Мороховський Роман	Підвищення експлуатаційної стійкості лап культиватора дисперснозміцненою сталлю отриманою з використанням вторинної сировини	45
Пономарьова Вікторія Тіхонов Олександр	Екологічні проблеми при використанні біодизеля	47
Серілко Леонід Сасюк Зоя Мельник Максим	Моделювання конструкції нової вітроенергетичної установки з вертикальним ротором	49
Судук Олена Ткач Владислав	Обґрунтування застосування інформаційних технологій для оптимізації маршрутів перевезення вантажів	51
Тітов Богдан Тіхонов Олександр	Особливості точкового зварювання деталей нерівної товщини	54
Трофимов Арсеній Рибалко Іван	Вплив параметрів обробки методом віброударного пластичного зміцнення на кількість виступів, що утворюються	56
СЕКЦІЯ 2 ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ І ЛОГІСТИКА		
Puzikova Valentyna	The need for the coefficient transit potential in Ukraine	58
Арабаджи Анжеліка	Організація транспортного руху в містах	65
Богдан Андрій	Удосконалення організації логістичних аспектів при перевезенні швидкопсувних вантажів у міжміському сполученні	68
Волошин Дмитро Волошина Людмила	Підвищення ефективності управління вагоноремонтними підприємствами	70
Дмитрів Владислав	Підвищення ефективності доставки дрібнопартійних швидкопсувних вантажів на розвізних маршрутах в міжміських умовах	72
Дорошук Вікторія Сорока Валерій Бережняк Іванна Коваль Анатолій	Організаційно-технологічні системи обслуговування підприємств в умовах міжнародних перевезень	74
Жук Тетяна	Логістичний підхід до розробки раціональної організації міжнародних автомобільних перевезень вантажів	76
Козак Світлана	Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень	79
Мартинюк Софія Пашкевич Світлана	Розвиток транспортно-експедиційної діяльності підприємств з позиції клієнтоорієнтованого підходу	81
Матвійшина Анастасія	Моделювання та оптимізація маршрутів у міжнародних вантажних перевезеннях: вплив на логістичну ефективність	85
Микитюк Богдан	Комплексний аналіз ефективності інноваційної діяльності на автотранспортному підприємстві	88

Никончук Вікторія Яценюк Микола	Дослідження впливу впровадження мережі перехоплюючих паркінгів на інтенсивність руху в місті Рівне	91
Остапіна Катерина	Особливості застосування транспортних тарифів на видах транспорту	94
Пестременко-Скрипка Оксана Ложечка Олена Коваленко Олена	Перспективні напрямки удосконалення технології роботи на прикордонних передавальних станціях при застосуванні засобів інформатизації	97
Пестременко-Скрипка Оксана Одінцова Аліна Бестиянець Аліна	Впровадження системи управління ризиками при здійсненні міжнародних залізничних вантажних перевезень	99
Півторак Галина Славінський Роман Микитюк Владислав	Нові виклики перед доставкою останньої милі	101
Плекан Уляна Цьонь Олег	Вивчення поведінки пасажирів як ключовий фактор підвищення конкурентоспроможності автомобільного транспорту	103
Прасоленко Олексій Чумаченко Віталій	Взаємозв'язок шуму прискорення та кількості конфліктних ситуацій на вуличній мережі	105
Птиця Наталія Вернигора Олексій	Застосування принципів зеленої логістики при управлінні ланцюгами постачань	107
Сташук Світлана Пашкевич Світлана	Логістичне управління	109
Штемпель Іван Вознюк Юрій Радюк Анна	Аналіз сучасного стану інтермодальних контейнерних перевезень	112

СЕКЦІЯ 3 МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ТА ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Воронков Олексій	Алгоритм моделювання технології транспортного процесу перевезення зернового збіжжя	115
Жук Микола Пруський Євген Скиба Микола	Можливості використання нейронних мереж та штучного інтелекту у транспортних дослідженнях	117
Нерубацький Володимир Гордієнко Денис	Топологія уніфікованої системи керування електричним рухомим складом	119
Подворний Владислав Хітров Ігор	До питання моделювання транспортного потоку	123
Яценюк Микола	Формування транспортної макромоделі пропозиції на прикладі міста рівне в програмному комплексі PTV VISION VISUM	125

СЕКЦІЯ 4 БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Косюк Василь	Дослідження перехрестя з круговим рухом міста Дубно	129
Матюк Назар Хітров Ігор	Адаптивні систем світлофорного регулювання, як один із напрямків розвитку сучасного міста та ефективної організації дорожнього руху	131
Прохорчук Марина	Проблемні аспекти організації пофазного роз'їзду транспортних засобів з використанням розщепленої фази	133
Птиця Наталія Птиця Геннадій	Безпека транспортного середовища при організації перевезень вантажів	136
Чеберячко Сергій Дерюгін Олег Літвінова Яна	Оцінка ергономічності керування вантажним автомобілем	138

СЕКЦІЯ 5 АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ: КОНСТРУЮВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ

Rogovskii Ivan	Structurization of Smart technology for testing of wheel transport vehicles	143
Голенко Костянтин Ковтун Олексій Старий Артем	Моделювання відповідності Правилам ЄЕК ООН № 66 каркасу кузова міського автобуса	145
Дембіцький Валерій Миронюк Михайло	Аналіз методів визначення вихідних даних для розрахунку станцій технічного обслуговування	148
Калюжний Олексій Платков Валерій	Оптимізація конструкції сепаратора з політетрафторетиленовим фільтруючим елементом для ефективного очищення та видалення води з дизельного палива	151
Кишун Володимир Зубенко Віталій	Автомобілі-гібриди у контексті українського законодавства	154
Марчук Роман Марчук Микола Жук Віталій	До визначення показників руху автопоїзда при управлінні напівпричепом шляхом гальмування коліс однієї осі	157
Марчук Роман Марчук Назар Остапчук Роман	До визначення показників маневреності автопоїзда-контейнеровоза	159
Пікула Микола	Вдосконалення інфраструктури автосервісних підприємств	161
Погорлецький Дмитро Кириєнко Данійл	Особливості забезпечення процесів теплової підготовки двигуна транспортного засобу працюючого на зрідженому газовому паливі	163

Садовець Антон	Фактори, які впливають на збільшену витрату паливо-мастильних матеріалів на автомобільному транспорті	166
Хаврук Володимир	Прогнозування потоків заявок на технічне обслуговування і ремонт автомобілів в мережі автосервісу	170
Хітров Ігор	До питання діагностування гальмівної системи автомобілів	174
Шеруда Олександр Пахаренко Володимир	Оцінка ринку нових автомобілів в Україні	176

УДК 621.793

ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАЗМОВОГО НАГРІВУ

Сергій Білоконь, Дмитро Терсхов, Іван Рибалко

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

Розглянемо можливості плазмових методів та їх застосування при відновленні деталей.

Плазмовий нагрів аналогічний газоплазмового з тією лише різницею, що енергія створюється за рахунок електричного розряду. Тому основним вузлом цього виду нагрівання є плазмотрон-газорозрядних пристроїв для створення низькотемпературної плазми. Потужність дугових плазмотронів 102–107 Вт; температура струменя на виході з сопла 2500–3000° С; швидкість витікання струменя 1–104 м/с; ККД – 50–90%. Ресурс роботи складає декілька сотень годин. Крім наплавлення та напилення плазмове нагрівання широко застосовується для плазмово-механічної обробки, термообробки, різання, зварювання [1–4].

Більшість деталей, виготовлених із легованих сталей, через високу твердість погано піддаються механічній обробці. Це дуже трудомістким і малоефективним технологічним процесом. Ріжучий інструмент швидко виходить з ладу, а обладнання працює з дуже низькою продуктивністю [1–4]. Тож обробки таких деталей застосовується технологія плазмово-механічної обробки. Вона полягає у зміцненні поверхні перед різцем стиснутою плазмовою дугою. Розміцнення здійснюється в результаті механічного та теплового впливу на поверхню деталі.

Механічне вплив полягає у освіті стиснутої дугою лежить на поверхні різання канавки. Її глибина, ширина та місцезнаходження визначаються властивостями оброблюваного матеріалу та режимами обробки. Ці ж умови визначають і зону термічного впливу, яка навіть на жорстких режимах (струм 250А) не перевищує 0,8 мм.

Установки для плазмово-механічної обробки монтуються на токарних (1682А, 1А680, 1680 та ін.), стругальних (7А278 та ін.), карусельних (модель 1550 та ін.) та інших верстатах в залежності від необхідності того чи іншого виду механічної обробки.

Установка для плазмово-механічної обробки складається з джерела живлення, плазмотрона, вентиляційної системи, вивідної шафи, струмознімання зі щітковим пристроєм.

У цьому випадку механічна обробка здійснюється різцями зі сплавів Т5К10, Т14К8, ВК8. Застосування плазмово-механічного методу дозволяє втричі знизити трудомісткість обробки, у 7–8 разів зменшити витрати різців. Загалом витрати на обробку знижуються у 4–5 разів.

Плазмове зварювання. Як і наплавлення, характеризується широкими можливостями регулювання технологічних режимів, низькою трудомісткістю та собівартістю зварних конструкцій, а також високою якістю зварних з'єднань.

Найбільш широко застосовують спосіб плазмового зварювання на постійному струмі прямої полярності. Цим способом відновлюють більшість деталей із металів та сплавів. При плазмовому зварюванні ефективність перетворення і передачі енергії впливають як режими, а й конструкція, і навіть параметри плазмотрона.

Розроблений на основі плазматронів працюючих на постійному струмі прямої полярності спосіб плазмового зварювання міді та її сплавів дозволяє в діапазоні товщин до 60 мм формувати з'єднання з мінімальними витратами присадного матеріалу.

Плазмове зварювання в середовищі СО₂ дає можливість здійснювати однопровідну без обробки кромки стикових, кутових і таврових з'єднань з низьколегованих і маловуглецевих сталей товщиною до 12 мм, причому важливим моментом є відсутність розбризкування при обробці [1–4].

Плазмове різання. З усіх процесів різання матеріалів – плазмове є одним із найбільш продуктивних процесів.

Сутність її полягає в локальному видаленні металу вздовж лінії різання стиснутою електричною дугою постійного струму. Стиснення та стабілізація дуги в плазматроні проводиться потоком газу, що проходить спільно зі стовпом дуги через канал сопла. При локалізації стовпа дуги її температура сягає 12–20 тис. градусів, унаслідок чого властивості металу практично не чинять жодного опору на процес різання. Тому основною перевагою плазмowego різання є її універсальність [1–4].

Крім того, завдяки досягненню високої температури та швидкості різання (до 460 м/год) обробка надає мінімальний термічний вплив на матеріал за межами лінії різання.

Режими залежать від товщини матеріалу, що розрізається, і знаходяться в широкому діапазоні. Для матеріалів завтовшки від 50 до 140 мм сила струму варіюється від 300 до 600 А.

Для серійно-плазмowego обладнання, що випускається, організовано виробництво плазмотронів для зварювання та різання та запасних деталей до них. Випускають плазмотрони для механізованого та ручного різання типу ПВР-1, ПВР-Ч02У4, ПРВ-202У3 та ПРВ-401У4, ПМС-301, ПМС-501, ПМС-801, ПРС-301 та ПРС-302.

Термозміцнення. Використання плазмowego зміцнення є ефективним і для обробки металорізального інструменту [1–4]. Необхідність його обумовлена великою витратою інструменту у всіх галузях промисловості, дефіцитністю дорогих високолегованих швидкорізальних сталей та твердих сплавів, низькою стійкістю більшості видів інструменту. Численні дослідження свідчать про високу ефективність застосування плазмowego зміцнення для підвищення стійкості інструменту із швидкорізальних сталей та твердих сплавів, зокрема різців, свердлів, фрез, розгортки, різьбонарізного інструменту. Причому в багатьох випадках, завдяки більшій глибині зміцненої зони, плазмова обробка може бути ефективнішою за лазерну.

Основними факторами збільшення стійкості інструменту при плазмовому зміцненні порівняно зі стандартною термообробкою є підвищення твердості ріжучої частини на 3–5 одиниць HRC_e при збереженні на досягнутому рівні або підвищенні тріщиностійкості (стійкості до фарбування, сколам, поломкам) та теплостійкості.

Плазмове поверхнєве зміцнення дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики покриттів. Найбільш важливими з цих характеристик є міцність зчеплення підкладки з покриттям, а також його зносостійкість. Вплив плазмowego зміцнення на зазначені характеристики встановлено як для нелегованих, так і високолегованих покриттів.

Під впливом висококонцентрованого нагрівання мікроструктура стає дрібнодисперсною з рівномірно розподіленими карбідами. Особливо сприятливі зміни відбуваються у прикордонній зоні «підкладка – покриття». Основне з них – вирівнювання властивостей у цій зоні як з боку покриття, так і виробу. Усувається характерний для такого типу з'єднань стрибок мікротвердості, що сприяє відшарування покриттів.

Покриття, що зміцнені поверхнєвою плазмовою обробкою, використовуються при відновленні деталей рухомого складу залізничного транспорту, сільськогосподарських машин та ін.

1. Рожков О. Д. Технологія нанесення покриттів : навч. посіб. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2008. Ч. II. 38 с.

2. Плазменное поверхностное упрочнение / Лещинский Л. К. и др. Киев : Техника, 1990, 109 с.

3. Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Терехов Д. А. Особливості структури і властивостей деталей, відновлених плазмовим методом. *Світ наукових досліджень* : матеріали Міжнародної мультидисциплінарної наукової інтернет-конференції, (м. Тернопіль, Україна – м. Перевоцьк, Польща, 16–17 лютого 2023 р.). Тернопіль : ФО-П Шпак В.Б., 2023. Вип. 16. С. 410–414.

4. Терехов Д. А., Рибалко І. М. Дослідження технології відновлення колінчастих валів плазмовим методом. *Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті* : ХІХ-й Міжнародний форум молоді. *Збірка матеріалів форуму*. Харків : ДБТУ, 2023. 146 с.

УДК 656.13

ВИКОРИСТАННЯ МАШИН В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

Микола Білотіл¹, Надія Ювчик¹, Вікторія Голотюк²

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

²Київський національний університет імені Т. Шевченка,
вул. Володимирська, 60, м. Київ, 02000

Сільське господарство є фундаментальною галуззю світової економіки. Однак, щоб відповісти на ростучий попит на продукцію та забезпечити стале зростання, сільське господарство повинно вдосконалюватися та впроваджувати сучасні технології та машини. Тому розглянемо роль і важливість машин та інновацій у сільському господарстві та їх вплив на сталий розвиток галузі.

Перш за все, важливо розглянути різноманітні види машин, які використовуються у сільському господарстві (рисунок). Це включає в себе трактори, комбайни, автоматизовані системи поливу та дрони. Ці машини спрощують та прискорюють багато аспектів сільського господарства, зменшуючи ручну працю та збільшуючи продуктивність [1; 2].

Застосування сучасних машин в сільському господарстві призводить до численних переваг:

- збільшення врожайності, спеціалізовані сільськогосподарські машини допомагають вдосконалити обробку ґрунту, покращуючи умови для росту рослин та збільшуючи врожайність.
- ефективність ресурсів, використання точного поливу та добрива дозволяє зменшити витрати води та добрив, забезпечуючи більш сталий розвиток сільського господарства.
- зменшення трудовитрат, автоматизація різних процесів зменшує потребу в ручній праці, що допомагає виробникам економити час та гроші.



Рисунок. Використання машин в аграрному секторі

Розвиток нових технологій, таких як штучний інтелект, сенсори та інтернет речей, прискорює інновації у сільському господарстві. Ці інновації дозволяють виробникам збільшити точність та передбачуваність управління господарством, а також знизити вплив сільського господарства на довкілля. Використання сучасних машин та інновацій у сільському господарстві є ключовим для досягнення сталого розвитку [3].

Зважаючи на значний потенціал галузі сільськогосподарського машинобудування в Україні, варто говорити про потребу та наявність можливості задоволення більшості потреб внутрішнього аграрного ринку власними силами. Відповідно, постає потреба у відповідному аналізі потреб ринку та пошук тих сегментів, що не охоплені відповідним сектором машинобудування. Саме створення балансу попиту аграрного сектору на відповідні машини і механізми та їх пропозиції на внутрішньому ринку здатне забезпечити реалізацію суттєвої частини пріоритетних напрямів розвитку агропромислового комплексу України.

Отже машини в аграрному стані дедалі стають більше роботизованими і мають більші можливості, а також високу багато функціональність, якщо розвиток в цій індустрії піде в тому ж напрямку то вже через декілька десятків років агро-техніка досягне великих висот і забезпечить розвиток технологій виробництва це дає надію на забезпечення стабільного постачання якісної продукції харчування для населення світу при зменшенні впливу на довкілля.

Сучасні машини та інноваційні технології мають переважно позитивний вплив на сільське господарство. Вони допомагають забезпечити виробництво продуктів харчування великої якості та зберегти навколишнє середовище. Для досягнення сталого розвитку сільського господарства необхідно надалі інвестувати в дослідження та розвиток нових технологій і підтримувати сільських виробників у їхньому прагненні до інновацій та сталості. Ми розглянули важливу роль машин та інновацій у сільському господарстві та їх вплив на сталий розвиток галузі. З використанням різноманітних видів машин, таких як трактори, комбайни, дрони та поливні системи, сільське господарство стає більш продуктивним та сталим.

Показники збільшення врожайності за останні кілька років свідчать про позитивний вплив цих технологій, з тенденцією до подальшого зростання. У той же час, ефективність ресурсів покращується завдяки зменшенню витрат води та добрив і зниженню викидів CO₂. Динаміка впливу параметрів машин на характеристики врожайності та ефективності ресурсів за останні 5 років наведена в таблиці.

Таблиця

Динаміка впливу параметрів машин на характеристики врожайності та ефективності ресурсів за останні 5 років

Тип машин	Збільшення врожайності		Ефективність ресурсів	
	Значення	Тенденція	Значення	Тенденція
Трактори	+15%	Зростання	-20%	Зниження
Комбайни	+25%	Зростання	-10%	Зниження
Дрони	+10%	Зростання	-30%	Зниження

Тенденції розвитку показують, що сільське господарство буде надалі інтегрувати інноваційні технології, такі як штучний інтелект, для досягнення ще більшої точності та підвищення продуктивності. Це допоможе зберегти навколишнє середовище та забезпечити сталий розвиток сільського господарства.

У майбутньому, надалі інвестуючи в дослідження та розвиток, сільське господарство може стати ще більш сталим та продуктивним галузями, які грають важливу роль у забезпеченні продовольства та економічного зростання.

1. Скрипник В. І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки. Київ : Літера ЛТД, 2019. 256 с.

2. Ensuring the efficiency of the system of technical maintenance and repair of transport and technological machines / Holotiuk M. V., Shymko A. V., Shovkomyd O. V., Martyniuk V. L. *The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji*. 2023. Vol. 99. № 1. Pp. 5–17.

3. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, В. М. Барановський та ін. ; за ред. Д. Г. Войтюка. 2-ге вид., перероб. та допов. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2019. 508 с.

УДК 629.113

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДИФУЗОРА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ КАБІНИ ВОДІЯ АВТОБУСА ЕЛЕКТРОН А185

Юрій Войчишин, Орест Горбай

Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Степана Бандери 12, Львів, 79013

Мікроклімат салону ТЗ є одним із основних чинників, які формують комфортні перевезення пасажирів [1]. Особливої уваги потрібно приділяти при проектуванні тих ТЗ, які перевозять велику кількість пасажирів. До таких груп транспортних засобів належать автобуси (електробуси), тролейбуси, трамваї, вагони поїздів та метро.

Особливу увагу треба приділяти забезпеченню комфортного мікроклімату на робочому місці водія. Невідповідні параметри середовища можуть негативно вплинути на водія, а саме може підвищитись його сонливість, втомлюваність, роздратованість та ін. [2], внаслідок чого може бути спричинене ДТП. Серед факторів, які впливають на пасажира чи водія можна виділити наступні [3; 4]:

- температура повітря та поверхонь;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність теплового випромінювання;
- відносна вологість повітря;
- ізоляція одягу;
- кількість пасажирів.

В даній роботі розглядатимемо кабінку водія міського низько-підлогового 12-ти метрового автобуса Електрон А18501 (рис. 1), якого можна побачити на вулицях міст Львова та Ужгорода. Деякі технічні характеристики автобуса показані в табл. 1 [5].



а)



б)

Рис. 1. Автобус Електрон А185:
а) у Львові; б) в Ужгороді

Таблиця 1

Технічні характеристики автобуса Електрон А185

Характеристика	Одиниця виміру	Значення
Пасажиромісткість:		
- число місць для сидіння, шт	шт	30
- загальна, з розрахунку 8 пас. на 1м ²	осіб	102
Порожня маса автобуса у спорядженому стані	кг	11 160
Технічно-допустима максимальна маса автобуса	кг	18 100
Габаритні розміри:		
- довжина (по кузову)	мм	12 100
- ширина (за габаритами кузова)		2 550
- висота		2 990
- колісна база		5 880

Розглянемо тепловий баланс кабіни водія автобуса. Основою будь-якого теплотехнічного розрахунку є складання рівняння теплового балансу (1), тому опираючись на методики [6; 7] складемо його для кабіни водія автобуса (при умові, що кабіна є закритою від салону) та розглянемо його складові та елементи.

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \quad (1)$$

де Q_1 – інфільтрація сонячного випромінювання; Q_2 – кількість теплоти, що надходить через поверхні кузова; Q_3 – кількість теплоти, що надходить через вікна в кабіні водія; Q_4 – кількість теплоти, що виділяється водієм; Q – Загальна кількість теплоти потрібна для стабілізації температури в кабіні водія автобуса.

Кількість тепла, що надходить від інфільтрованого повітря [6]:

$$Q_1 = \frac{0,5(Q_3 + Q_4)}{3}, \quad (2)$$

Кількість теплоти, що надходить через поверхні кузова автобуса [6]:

$$Q_2 = AK(T_e - T_z) + D_c AI_{np}, \quad (3)$$

де A – площа поверхні кабіни водія автобуса, через яку відбувається теплопередача; K – коефіцієнт теплопередачі кузова; T_z – температура зовнішнього середовища; T_e – температура внутрішнього середовища; D_c – коефіцієнт пропускання теплоти сонячної радіації кузова; I_{np} – питома потужність сонячного випромінювання [8].

Коефіцієнт теплопередачі кузова визначаємо [7]:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_e} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_z}}, \quad (4)$$

де a_e – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні кузова; δ – товщина шару матеріалу стінки; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки; a_z – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні кузова.

Площу поверхонь стінок кабіни водія автобуса визначаємо:

$$A = A_{бок} + A_{підл} + A_{дах}, \quad (5)$$

де $A_{бок}$ – площа бокових поверхні кабіни водія автобуса; $A_{підл}$ – площа підлоги кабіни водія автобуса; $A_{дах}$ – площа даху кабіни водія автобуса.

Кількість теплоти, що надходить через вікна:

$$Q_3 = k_c S(T_e - T_z) + D_c SI_{np}, \quad (6)$$

де k_c – коефіцієнт теплопередачі скла; S – загальна площа закленості; D_c – коефіцієнт пропускання теплоти сонячної радіації для скла.

Отже, виходячи із залежності (1), система опалення в кабіні водія має забезпечувати кількість теплоти Q . Нагріте повітря потраплятиме в кабіну водія через спеціальні дифузори, які розташовані вздовж лобового скла, які далі будуть експериментально досліджуватись.

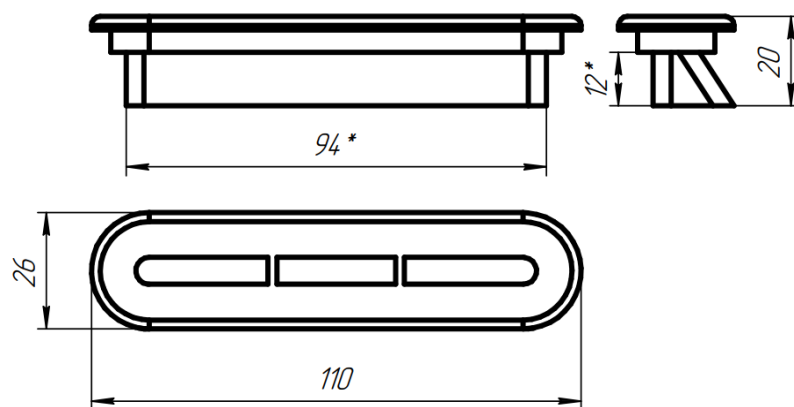


Рис. 2. Загальний вигляд дифузора

За допомогою експериментальної апаратури проводились вимірювання повітряних потоків, що надходять із дифузора (рис. 2) наступним чином: над кожним із трьох дифузоров було поставлено датчик температури і вологості. На лівому дифузорі було закрито один отвір, на правому – два, а на середньому отвори не закривались (рис. 3).

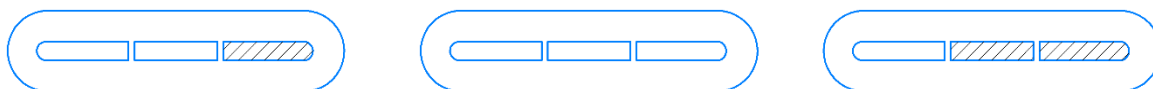


Рис. 3. Схема вимірювання потоків повітря з дифузоров

Результати вимірювання температури та вологості показано на рис. 4 та 5.

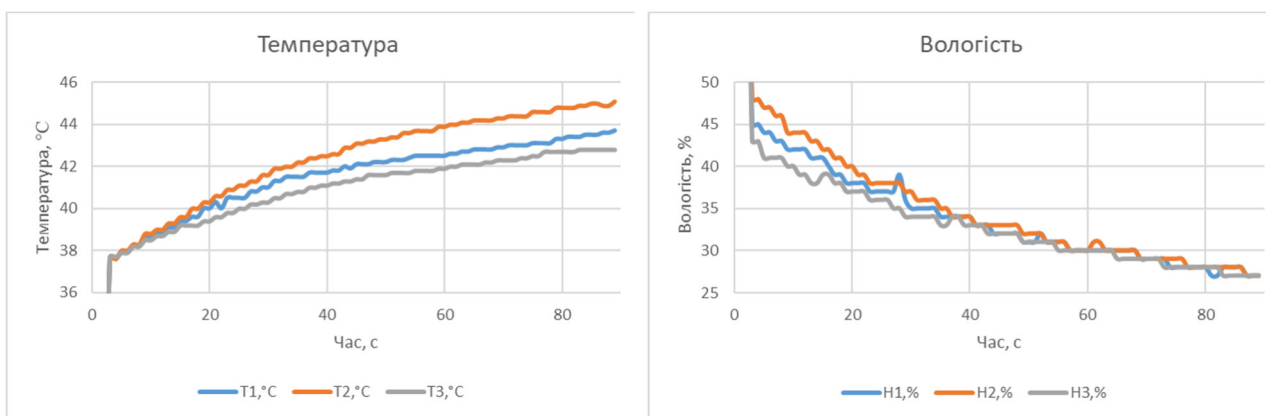


Рис. 4 Результати вимірювань температури та вологості:
1 – робочі два отвори; 2 – робочі три отвори; 3 – робочий один отвір

Як видно із рис. 4 значення температури змінюється залежно від кількості робочих отворів дифузора. На графіках зображено процес нагрівання повітря від початкової температури 37–38° С та вологості повітря 44–46% до їх робочого значення під час інтенсивної роботи системи опалення.

Найвище значення температури є при повноцінній роботі дифузора (при відкритих трьох отворах) та становить в середньому при стабілізованій роботі системи опалення 44–45° С. При режимі 1 температура становить 42–43° С, а при режимі 3 42–42,5° С. Значення вологості коливається приблизно в однакових межах та становить 30%.

Наступним кроком експериментальних досліджень було вимірювання продуктивності (кількості) повітря, яке надходить із отворів дифузора.

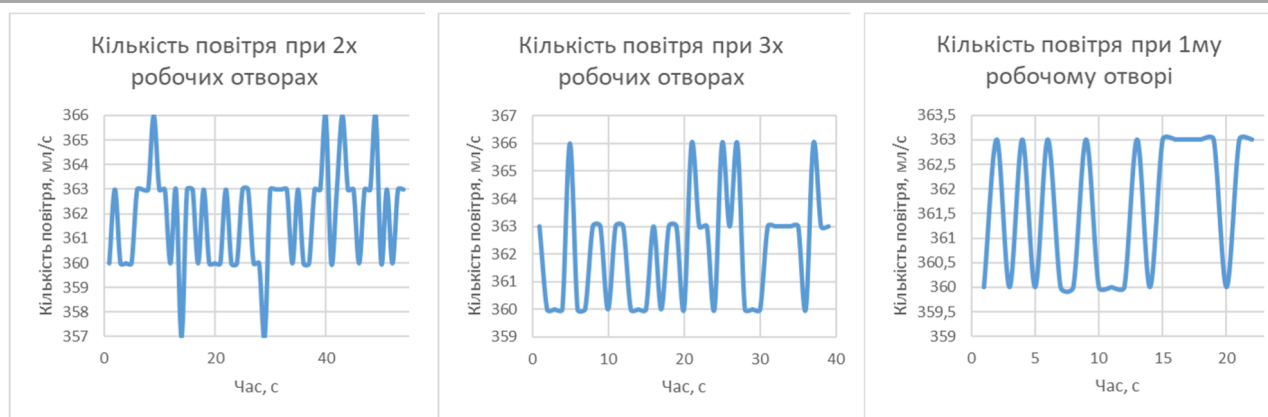


Рис. 5. Результати вимірювань кількості повітря

Як видно з рис. 5 продуктивність по повітрю в принципі залишається приблизно однаковою - ± 360 -362 мл/с. Це зумовлено тим, що потужність видування повітря залишається однаковою.

Таким чином, провівши експериментальні дослідження системи опалення в кабіні водія автобуса ми отримали результати, які показують нам наскільки якісно встановлені дифузори виконують свою роботу, а також маючи дані результати, можна визначити чи достатньо продуктивно працює система опалення в досліджуваних точках (місцях).

Отримані експериментальні дані можуть слугувати базою для подальших теоретичних досліджень, а також бути вихідними даними для моделювання в програмних середовищах.

1. Крайник Л., Гай Ю. Мікроклімат салону автобуса. Формування нормативної бази. *Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні*: тези доповідей III-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції, Львів, 22–23 лютого 2018 року. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. С. 14–15.

2. Войчишин Ю. І., Круць Т. І., Зінко Р. В., Горбай О. З. Дослідження мікроклімату салону міського автобуса. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2020. № 1 (14). С. 49–57.

3. Kravchenko O., Hrabar I., Gerlici J., Chuiko S., Kravchenko K. Forming comfortable microclimate in the bus compartment via determining the heat loss. *Communications. Scientific Letters of the University of Zilina*. 2021. Vol. 23 (2). P. 150–157.

4. Кравченко О. П., Чуйко С. П. Дослідження теплового балансу салону автобуса у теплий період року. *Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля*. 2019. № 3 (251). С. 101–106.

5. Автобус великої місткості А18501 «Електрон». Настанова щодо обслуговування А18501-3902002НЕ. Видання А185-SM-R2.1-6788(LV). СП «Електронтранс».

6. Немий С. В. Особливості розрахунку температурного стану салону автобуса. *Вісник ЛДУБЖД*. 2022. № 22. С. 78–84.

7. Тригуб О. А., Загубинога В. В., Тарандушка Л. А. Визначення продуктивності нагнітаючих вентиляторів системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2018. № 4. С. 95–102.

8. Мирослав О. С., Брижа М. Р., Бойко В. Б., Золотовська О. В. Теплотехніка: основи термодинаміки, теорія теплообміну, використання тепла в сільському господарстві. Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2011. 424 с.

УДК 629.463.65

ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ НАПІВВАГОНА З УРАХУВАННЯМ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМІЖНОГО АДАПТЕРА МІЖ ЙОГО КУЗОВОМ ТА ВАНТАЖЕМ

Юрай Герліці, Альона Ловська, Ян Діжо

*University of Zilina
Univerzitna str., 1, Zilina, Slovak Republic, 01026*

Забезпечення сталої економіки євроазіатських держав залежить від злагодженої та надійної роботи транспортної галузі, найбільш пріоритетною складовою якої є залізничний транспорт. Натепер залізницею перевозяться всі типи вантажів, що обумовлює затребуваність її послуг в сегменті транспортних перевезень [1; 2].

Одним із найбільш важливих факторів, який впливає на роботу залізничної галузі є наявність технічно-справного вагонного парку. Вантажний парк утворюють різні за конструкцією та технологією обробки вагони. Однак найбільший відсоток парку сформований напіввагонами. Даний тип вагону використовується здебільшого для перевезень вантажів, які не потребують захисту від атмосферних опадів. Разом з цим з урахуванням відповідних модернізацій є можливим застосовувати його і для перевезень вантажів, які потребують укриття від опадів.

Поповнення вагонного парку певними типами вагонів вимагає відповідних капітальних вкладень. Тому з економічної точки зору більш доцільним є впровадження технічних рішень, спрямованих на подовження терміну експлуатації існуючого парку. Одним із таких рішень є зменшення навантаженості несучих конструкцій вагонів в експлуатації, зокрема динамічних. Циклічність дії цих навантажень, обумовлена особливостями експлуатації вагонів (перехідні режими руху, стикова нерівність тощо). В умовах їх постійної дії можуть виникати пошкодження складових конструкцій вагонів. Особливо небезпечними є такі пошкодження на шляху прямування поїзда, оскільки загрожують безпеці руху. У зв'язку з цим, виникає необхідність створення заходів щодо зменшення навантаженості несучих конструкцій вагонів в експлуатації.

Для зменшення вертикальних динамічних навантажень, які діють на несучу конструкцію залізничного вагона пропонується використання проміжного адаптера між рамою та вантажем (рис. 1).

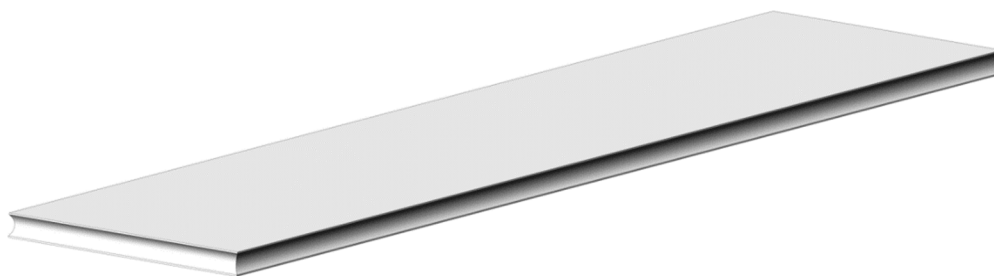


Рис. 1. Просторова модель адаптера

Особливістю адаптера є те, що він складається з двох металевих листів між якими розміщується прошарок із енергопоглинального матеріалу (рис. 2). Завдяки такому рішення відбувається зменшення динамічних навантажень, що діють як на раму вагона, так і на вантаж, розміщений у ньому, при експлуатаційних режимах. Бокові частини адаптера мають еліптичні вирізи для обмеження переміщень енергопоглинального матеріалу в рамках габариту адаптера.

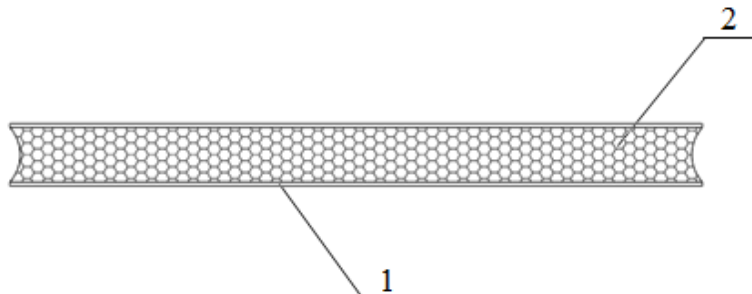


Рис. 2. Переріз проміжного адаптера:
1 – металевий лист; 2 – прошарок з енергопоглинального матеріалу

Товщину листів адаптера визначено за умови, що вони являють собою плиту, яка сприймає зосереджене навантаження. На підставі проведених розрахунків товщина листів при використанні повної вантажопідйомності вагона та з урахуванням того, що вони виготовлені із сталі марки 09Г2С, склала близько 18,0 мм.

Отримані результати враховано при визначенні міцності проміжного адаптера. Розрахунок реалізовано за методом скінчених елементів, як найбільш поширеного методу, який знайшов на даний час використання в машинобудівній галузі [3; 4].

При складанні скінчено-елементної моделі використані тетраедри. Їх оптимальну чисельність визначено графоаналітичним способом. З урахуванням цього кількість елементів моделі склала 52077, а вузлів – 11561. Максимальний розмір елемента дорівнює 140 мм, мінімальний – 46 мм.

Закріплення моделі здійснено за нижній лист. Таким чином імітувалося його обпирання на підлогу напіввагона. До верхнього листа адаптера прикладалося вертикальне навантаження, яке прийнято рівним 69 т, тобто корисному завантаженню кузова.

Результати проведеного розрахунку показали, що максимальні напруження в адаптері виникають у його кутових частинах і складають близько 180 МПа (рис. 3) та не перевищують допустимих [5].

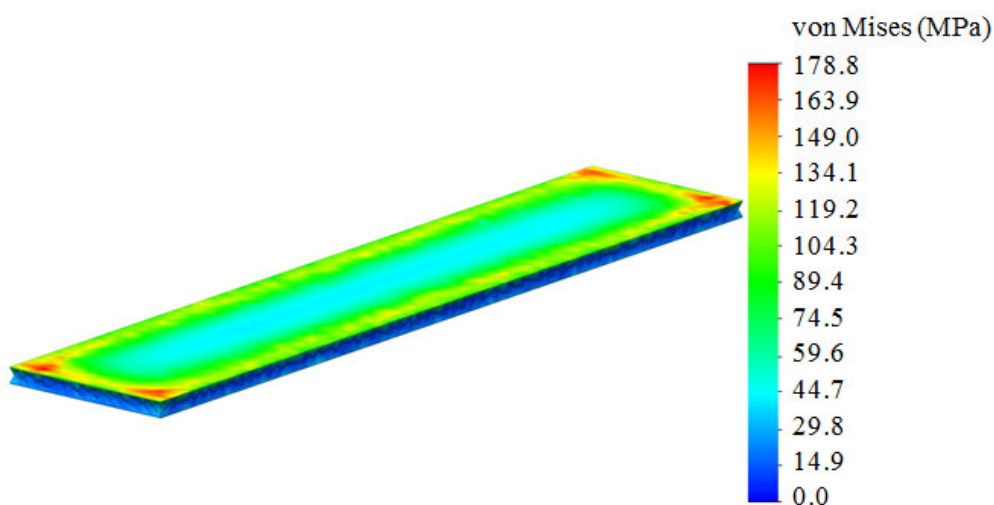


Рис. 3. Напружений стан проміжного адаптера

Ці напруження мають місце у його верхньому листі. В нижньому листі напруження мають незначні величини. Така ситуація обумовлена тим, що закріплення адаптера здійснювалося за нижній лист. Максимальні переміщення в конструкції адаптера мають місце в його консольних частинах і складають 1,86 мм (рис. 4). Проведений розрахунок дозволяє зробити висновок, що міцність адаптера забезпечується.

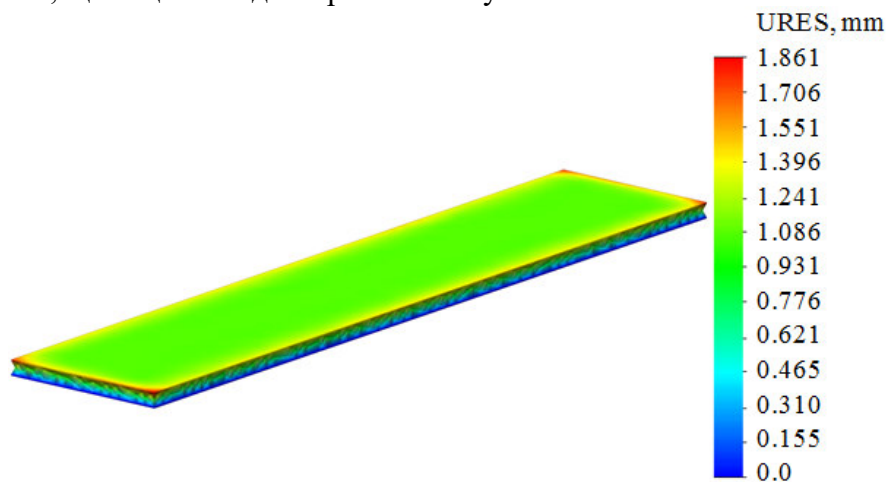


Рис. 4. Переміщення в конструкції адаптера

Для визначення динамічної навантаженості кузова напіввагона з урахуванням застосування адаптера проведено моделювання його переміщень у вертикальній площині при русі стиковою рейковою колією.

З цією метою сформовано математичну модель, яка характеризує вертикальні переміщення кузова при коливаннях підсакування. При цьому вагон розглянуто як систему, яка утворена чотирма тілами: кузов, два візки (модель 18-100) та вантаж, розміщений у кузові. Прийнято припущення, що рейкова колія має пружні характеристики. Адаптер при цьому розглянуто як складову несучої конструкції напіввагона, яка повністю повторює його траєкторію переміщень. Прийнято припущення, що енергопоглинальний матеріал, розміщений у адаптері має пружно-фрикційні властивості.

Розв'язок математичної моделі проведено у програмному комплексі MathCad за методом Рунге – Кутта. Результати розрахунку показали, що прискорення, яке діє в центрі мас несучої конструкції напіввагона складає близько $2,4 \text{ м/с}^2$. Отримана величина прискорення на 4,2% нижче за ту, що діє на несучу конструкцію напіввагона без використання адаптера. Прискорення, що діє на перший за ходом руху візок дорівнює близько 10 м/с^2 . Такої ж величини прискорення діє і на другий візок, але з деяким запізненням. Прискорення, яке діє на вантаж склало $1,7 \text{ м/с}^2$. Отримане прискорення менше за те, що діє на вантаж без використання проміжного адаптера на 3,8%.

Отримані прискорення, як складові динамічного навантаження, враховані при визначенні міцності кузова напіввагона. Для цього побудовано його просторову модель в SolidWorks і здійснено розрахунок на міцність в SolidWorks Simulation.

Враховано, що на напіввагон діє вертикальне статичне навантаження, обумовлене власною вагою, а також вертикальне динамічне, що виникає при коливаннях. Скінчено-елементна модель несучої конструкції напіввагона утворена 355568 елементами з максимальним розміром 100 мм і мінімальним 20 мм. Кількість вузлів моделі дорівнює 117433. Закріплення 3-D моделі здійснювалося за п'ятники. Матеріал конструкції – сталь марки 09Г2С. Максимальні напруження склали 120,5 МПа (рис. 5). Їх зафіксовано в зонах взаємодії хребтової балки зі шворневими. Отримані напруження на 6% нижче з ті, що виникають в типовій конструкції напіввагона.

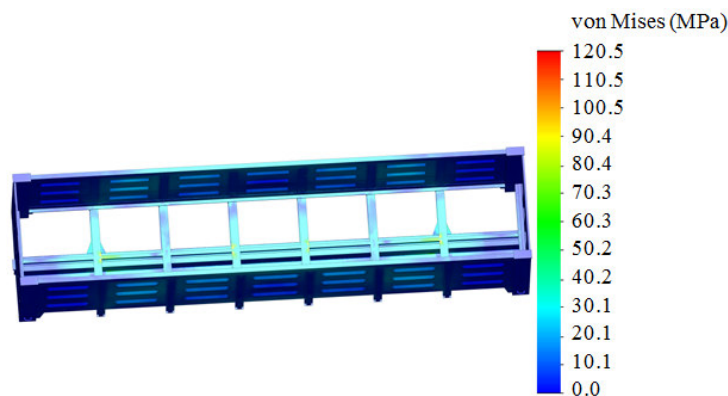


Рис. 5. Напружений стан несучої конструкції напіввагона

Максимальні переміщення виникають в середній частині хребтової балки і складають 3,3 мм (рис. 6).

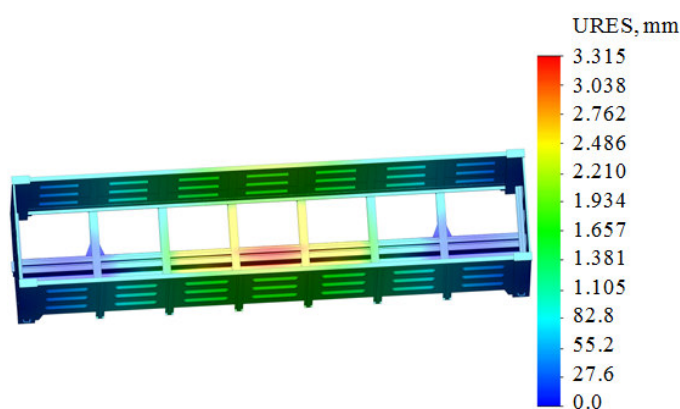


Рис. 6. Переміщення в несучій конструкції напіввагона

Подальшим розвитком дослідження є експериментальне моделювання навантаженості напіввагона з урахуванням використання проміжного адаптера між його несучою конструкцією та вантажем. Це планується здійснити методом подоби в лабораторних умовах.

Проведені дослідження сприятимуть створенню рекомендацій щодо зменшення навантаженості несучих конструкцій вагонів, витрат на їх позапланові види ремонтів та підвищенню ефективності експлуатації залізничного транспорту.

1. Marczuk Andrzej, Caban Jacek, Aleshkin Alexey V., Savinykh Petr A., Isupov Alexey Y., Ivanov Ilya I. Modeling and simulation of particle motion in the operation area of a centrifugal rotary chopper machine. *Sustainability*. 2019. Vol. 11, No. 18. URL: <https://doi.org/10.3390/su11184873> (дата звернення: 22.10.2023).

2. Melnik Rafal, Kostrzewski Mariusz. Rail vehicles suspension monitoring system – Analysis of results obtained in tests of the prototype. *Key Engineering Materials*. 2012. Vol. 518. P. 281–288. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.518.281> (дата звернення: 22.10.2023).

3. Sergii Panchenko, Juraj Gerlici, Glib Vatulia, Mykhailo Pavliuchenkov, Kateryna Kravchenko. The Analysis of the Loading and the Strength of the FLAT RACK Removable Module with Viscoelastic Bonds in the Fittings. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13(1). 79 с. URL: <https://doi.org/10.3390/app13010079> (дата звернення: 22.10.2023).

4. Ayman Al-Sukhon, Mostafa S. A. ElSayed. Design optimization of hopper cars employing functionally graded honeycomb sandwich panels. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F : Journal of Rail and Rapid Transit*. 2021. Vol. 236, Issue 8. URL: <https://doi.org/10.1177/09544097211049640> (дата звернення: 22.10.2023).

5. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). Київ, 2015. 250 с.

УДК 656.13.681.3

ВИКОРИСТАННЯ КВАДРОКОПТЕРІВ В АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Микола Голотюк, Олена Налобіна, Олег Бундза

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

Аграрна галузь займає величезне місце в економіці багатьох країн світу і є важливим джерелом продуктів харчування для населення. Цей сектор нашої економіки змушує нас постійно шукати нові методи та технології, які допоможуть підвищити ефективність виробництва та збільшити врожайність. Використання безпілотних літальних апаратів є одним з таких інноваційних рішень, які дозволяють збільшити продуктивність та якість виробництва. Сьогодні безпілотні літальні апарати, також відомі як дрони, стають все більш популярними у аграрному секторі. Їх технологічні можливості надають фермерам і аграрним підприємствам нові переваги та можливості. Ось кілька ключових особливостей безпілотних літальних апаратів:

- безпілотні літальні апарати можуть використовуватися для розпилення рідини, що дозволяє рівномірно зрошувати рослини та ефективніше використовувати воду;
- дрони можуть виконувати знімки з висоти, що дозволяє збирати дані про врожайність, стан рослин та здоров'я рослинних культур. Ці дані можуть допомогти фермерам приймати рішення про внесення добрив та регулювання врожаю;
- дрони можуть використовуватися для перевезення невеликих вантажів, таких як запасні частини, інструменти або зразки ґрунту, що дозволяє економити час та зусилля фермерів.

Використання безпілотних літальних апаратів в аграрному секторі вносить суттєві економічні переваги для аграрних підприємств.

Використання безпілотних літальних апаратів дозволяє замінити ручну працю фермерів у деяких процесах, таких як моніторинг, зрошування, розпилення добрив та засобів захисту рослин. Це допомагає знизити витрати на оплату праці та покращує рентабельність підприємства [1].

Безпілотні літальні апарати можуть проводити точне та забезпечувати цілеспрямоване внесення добрив та засобів захисту рослин. Це дозволяє ефективно використовувати ці ресурси, зменшуючи їх втрати і максимізуючи їх вплив на врожайність. Результатом є економія на витратах на добрива та засоби захисту рослин.

Безпілотні літальні апарати можуть працювати набагато швидше, ніж люди, та забезпечувати високу точність у виконанні завдань. Це дозволяє збільшити кількість полів, які можуть бути оброблені протягом короткого проміжку часу, та забезпечує високу якість роботи [2].

Безпілотні літальні апарати сприяють впровадженню прецизійного землеробства в аграрному секторі (рис. 1). Завдяки збору великого обсягу даних з полів та високій точності навігації, фермери можуть адаптувати свої сільськогосподарські практики під конкретні умови кожної ділянки землі.

Використання безпілотних літальних апаратів в аграрному секторі має значний потенціал і може принести численні переваги аграрним підприємствам. Дослідження показали, що ця технологія впливає на кілька аспектів сільського господарства.



Рис. 1. Безпілотний літальний апарат

Використання безпілотних літальних апаратів в аграрному секторі може покращити ефективність і продуктивність роботи на фермах. Вони дозволяють здійснювати швидку та точну моніторингову інформацію про стан полів, що дозволяє фермерам приймати обґрунтовані рішення щодо управління врожайністю та ресурсами.

1. Мехатроніка в системах точного землеробства / Голотюк М. В., Налобіна О. О., Бундза О. З., Тхорук Є. І., Дорошук В. О. *Вісник НУВГП. Сер. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2022. Вип. 4(100). С. 84–90.
2. Система точного землеробства / Л. В. Аніскевич, Д. Г. Войтюк, Ф. М. Захарін, С. О. Пономаренко. Київ : НУБіП Україна, 2018. 566 с.
3. Голотюк М. В. Розвиток роботомеханічних систем в машинобудуванні. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Проблеми надійності машин*. Харків : ХНТУСГ, 2018. Вип. 192. С. 248–255.

УДК 656.13

РОЛЬ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА В ТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ УКРАЇНИ

Запара Ярослав, Каменська Ольга, Хала Олександр

*Український державний університет залізничного транспорту,
майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050*

Поступове відновлення економіки України після більш ніж півтора року військових дій, довготривала економічна криза, активізація зовнішньої торгівлі внаслідок поступового відкриття європейських товарних ринків, а також загальносвітова тенденція до підвищення мобільності населення вимагають стабільної та ефективної роботи залізничного транспорту. Проте залізнична галузь в останні роки демонструє негативну динаміку розвитку. Зважаючи на те, що основними клієнтами на внутрішньому ринку для залізничного транспорту залишаються потужні підприємства різних секторів економіки, то саме від взаємодії цих підприємств та залізниці залежить стабільна, здатна до розвитку економіка держави.

Важливу роль в ефективному функціонуванні залізничного транспорту відіграють залізничні вузли, де виконується значний обсяг пропуску та переробки вагонопотоків. Найбільшими залізничними вузлами в Україні є Київський, Харківський, Жмеринський, Дніпровський, Львівський, Коростенський, Рівненський та інші [1]. Структурно залізничні вузли та їх підсистеми входять до дирекцій залізничних перевезень, а управління рухом здійснюється поїзними (вузловими) диспетчерами у взаємодії з черговими по станціях.

Виробничий структурний підрозділ «Рівненська дирекція залізничних перевезень» є підрозділом регіональної філії «Львівська залізниця». Дирекція розташована на території Рівненської, Волинської, частині Львівської, Житомирської та Тернопільської областей, межує з регіональною філією «Південно-Західна залізниця» та залізницею Республіки Польща. Дирекція за характером роботи вантажна, за місцем розташування – прикордонна, за обсягом роботи віднесена до 1 групи. Дирекція здійснює перевезення імпорتنих, експортних, транзитних та місцевих вантажів, як по колії 1520 мм, так і по колії 1435 мм, а також, операції з навантаження, вивантаження вантажів, здачі експортних вантажів на Республіку Польщу, перестановку вагонів з колії 1520 мм на колію 1435 мм і навпаки. Транзитний потік через дирекцію складає 40% від загального вагонопотоку. Експортно-імпорتنі перевезення становлять 10% від загального обсягу перевезень. Місцева робота складає більше 75% загальних перевезень. За характером виконуваної роботи дирекція є вантажно-вивантажувальною. Навантаження станцій дирекції більше розмірів вивантаження на 80%. Дирекція межує та здійснює перевезення вантажів і пасажирів через прикордонні залізничні переходи, основні – на станціях Ягодин та Ізов.

Для забезпечення рівномірної вантажної роботи протягом доби повинно бути організоване рівномірне прибуття порожніх вагонів на станції вантаження, забезпечення навантаженими вагонами станцій вивантаження. Ритмічний розвіз місцевого вантажу забезпечує рівномірність вивантаження, отже й своєчасне прямування порожніх вагонів під навантаження. Прискорення просування місцевого вантажу при успішному здійсненні вивантаження дозволяє вчасно одержати порожні вагони для виконання плану навантаження.

При дослідженні основних показників роботи структурного підрозділу регіональної філії встановлено, що на сьогодні резерви технічних потужностей залізничного транспорту, його провізної спроможності, практично вичерпані, що ставить під загрозу можливість безперебійного задоволення потреб суспільства у транспортному обслуговуванні та є реальною загрозою для функціонування національної економіки. Основною причиною проблем функціонування залізничного транспорту України є значне пошкодження інфраструктури як залізничної так і портової, переорієнтація вагонопотоків в бік західних

переходів, відставання процесів реформування галузі як у порівнянні з іншими видами транспорту в Україні, так і у порівнянні з залізничними транспортними системами сусідніх країн [2].

Недофінансування залізничної галузі призвело до критичного зносу інфраструктури та рухомого складу. Чверть магістральних ліній експлуатуються з простроченим терміном капітального ремонту. Складна ситуація з рухомих складом. Практично весь він давно амортизований, а деякі локомотиви вже відслужили навіть по два відведених виробником терміни експлуатації – понад 60 років. В цілому, локомотиви та вагони зношені більш ніж на 90%.

Аналіз обігу місцевого вагона на станціях вузла свідчать про досить значні коливання, це пов'язано з нерівномірністю місцевої роботи по місяцях та нечіткою взаємодією станцій з під'їзними коліями, що призводить до порушення технології роботи самих станцій та взаємодії з технічними станціями.

Складний логістичний ланцюг складається при технології роботи у залізничному вузлі, адже кількість учасників, які приймають участь у організації перевізного процесу буває більше шести. Це, зокрема, стосується користувачів послуг залізниці, які не мають власних під'їзних колій, і яким доводиться мати справу не тільки з вантажовідправником (одержувачем), а ще й з дирекціями залізниці, орендарями, експедиторами тощо.

Організація єдиного безперебійного транспортного процесу у вузлі може бути здійснена за рахунок методу системного підходу, який дозволяє ефективно управляти наскрізними матеріальними потоками (вагонопотоки) і дослідити об'єкт (залізничний вузол), що вивчається, як комплекс взаємопов'язаних підсистем, які об'єднані спільною метою, розкрити його інтегровані властивості, внутрішні та зовнішні зв'язки. Реалізація принципу системного підходу здійснюється шляхом дій учасників перевізного процесу, кожен з яких має власну мету. Якщо ці учасники зможуть узгодити свою діяльність в цілях раціоналізації спільного об'єкта управління наскрізного вагонопотоку, то вони можуть досягти економічного ефекту [3].

Використовуючи інструменти логістичного управління, такі як планування, контроль, організація та інформаційне забезпечення, можливо оперативним працівникам ефективно керувати технологією роботи у залізничному вузлі.

1. Закорецький В. А., Федорченко В. В. Транспортна географія України. Луганск, 2005. 116 с.
2. Запара В. М., Іванова А. С., Максимович Є. А., Бабак Л. В. Вплив воєнного стану на основні показники вантажної роботи залізниці України. *Міжнародна транспортна інфраструктура, промислові центри та корпоративна логістика* : тези 18-ї науково-практичної Міжнародної конференції (2–3 червня 2022 р. м. Харків). Харків : УкрДУЗТ, 2022. С. 56–58.
3. Запара Я. В. Удосконалення технології роботи залізничного вузла на базі логістичного управління : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / УкрДАЗТ. Харків, 2013. 21 с.

УДК 621.9

АНАЛІЗ ЦИРКУЛЯЦІЇ АБРАЗИВНОГО РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВІБРАЦІЙНІЙ ОБРОБЦІ ДЕТАЛЕЙ

Олександр Кондратюк, Олександр Кобилюс, Олександр Верещако

*Рівненський економіко-технологічний фаховий коледж, НУВГП
вул. Литовська, 53, м. Рівне, 33000*

Створення нових систем машин, розробка нових технологій матеріалізації обґрунтованих науково-технічних ідей, які визначають прогрес в різних галузях народного господарства є важливим напрямком науково-технічного прогресу. Важливе значення в забезпеченні якості машинобудівельної продукції мають високопродуктивні методи зачисної, шліфувальної і зміцнюючої обробок деталей. Впровадження вібраційного оброблення з вільним завантаженням деталей в сипуче абразивне середовище, яке має велику різноманітність характеристик, являє собою згладжування мікронерівностей шляхом їх пластичного деформування частинками робочого середовища. Продуктивність і якість процесу вібраційного оброблення визначає характер циркуляційного руху сипучого робочого середовища і деталей, які обробляються. Цей процес фінішного оброблення деталей дозволяє керувати якістю поверхні і отримувати високі експлуатаційні характеристики оброблюваних деталей в результаті цілеспрямованого керування технологічним процесом в завершальній стадії.

Дослідження параметрів циркуляційного руху робочого середовища дали можливість створити декілька динамічних груп віброоброблювальних установок, які дозволяють інтенсифікацію процесів оброблення при зниженні динамічної напруженості їх елементів, зменшенні складності кінематичних схем. Досягнення різноманітних режимів коливань і використання різноманітних конфігурацій робочих камер, дозволило розділити всі віброоброблювальні установки за видом циркуляційного робочого середовища на дві групи: площинний рух робочого середовища, об'ємний рух робочого середовища.

Один із зразків об'ємного руху робочого середовища наведено на рис.1. Енергетичний рівень робочого середовища підвищується з ускладненням кінематичного руху камери таким чином, щоб завантажене робоче середовище піддавати одночасній взаємодії направлених вібрацій і відцентрових сил. Траєкторія руху частинок сипучого робочого середовища в такому випадку набуває вигляд спірального еліпсоїда. Спіралі еліпсоїда, починаючи від осі X до центру четверті XY, збільшуються до максимальної своєї величини, потім поступово зменшуються в напрямку до осі Y. Такий вид траєкторії циркуляції сипучого робочого середовища набуває і інших четвертях карданного підвісу робочої камери, розділивши абразивне середовище на зону А і В. Напрямок траєкторії руху в зонах А проходить від центру робочої камери до крайніх стінок робочої камери, а в зонах В напрямком траєкторій руху проходить навпаки, від стінок робочої камери до центру. Максимальна величина спіралей еліпсоїда визначається величиною кута φ , або величиною l , радіуса обертання кінця водила. Напрямок руху абразивного середовища в зонах А і В визначається напрямком обертання кінця водила.

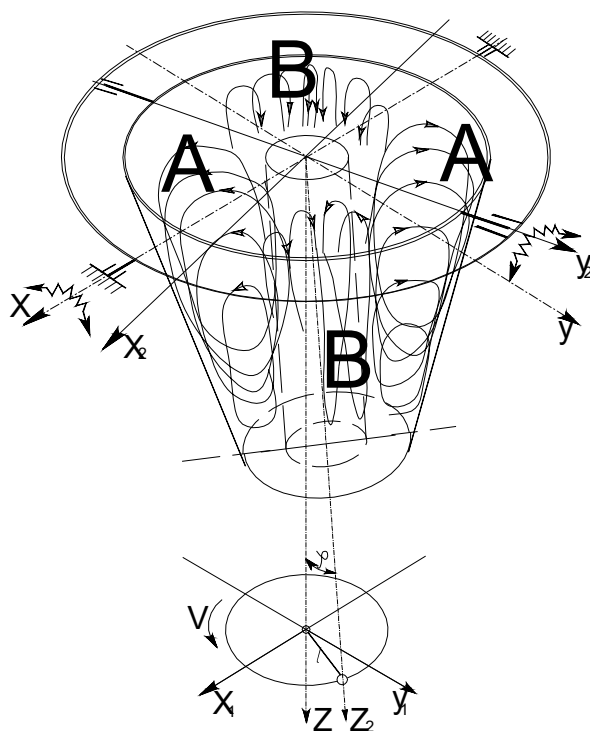


Рис. 1. Об'ємний рух сипучого абразивного робочого середовища

Для виявлення аналітичних залежностей запропонованої моделі процесу ВВО розглянемо рух окремих частинок робочого середовища по віброуючій поверхні, якій додано додатковий рух.

Горизонтальна поверхня (рис. 2) коливається за законом

$$y = A \sin \omega t \quad (1)$$

і рухається поступально по коловій траєкторії. Рівняння абсолютного руху поверхні в координатній формі має вигляд:

$$\begin{aligned} X &= R \cos \omega_1 t, \\ Y &= R \sin \omega_1 t + A \sin \omega t, \end{aligned} \quad (2)$$

де X, Y – координати точки контакту по поверхні з частинкою в нерухомій системі OXY ;

ω – кругова частота коливного руху, c^{-1} ;

ω_1 – кутова швидкість повороту радіус-вектора положення початку рухомої системи координат O_1xy , рад./с;

R – радіус траєкторії руху відносно початку координат системи O_1xy , м;

A – амплітуда коливного руху, м;

t – час, с.

На частинку, яка знаходиться на поверхні, діють наступні сили (рис. 2):

P_x^{in}, P_y^{in} – проекції сили інерції, $P_x^{in} = m\ddot{X}$, $P_y^{in} = m\ddot{Y}$;

n – сила нормального тиску – реакція опори N ;

$F_{тр}$ – сила тертя, $F = fN$.

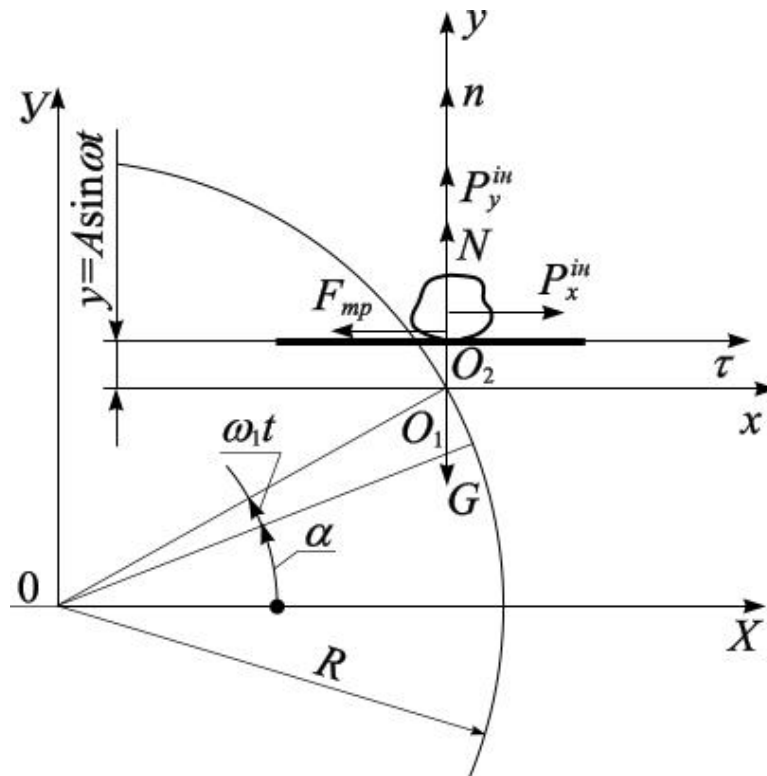


Рис. 2. Абразивна частинка на поверхні, яка здійснює коливні і поступальні рухи

Аналізуючи наведений аналітичний матеріал, приходимо до висновку, що кінетичну енергію, необхідну для зняття дрібних частинок металу з поверхні, яка обробляється, і згладжування мікронерівностей шляхом пластичної деформації, інгредієнти робочого середовища отримують від стінок робочої камери, яка коливається. Тому вигляд коливного руху робочої камери визначає інтенсивність протікання процесу вібраційного оброблення. Установки, в яких робоча камера здійснює складний просторовий рух з накладеною на неї різного роду коливань, характеризуються залежністю зміни швидкості від часу, яка наведена на рис. 3.

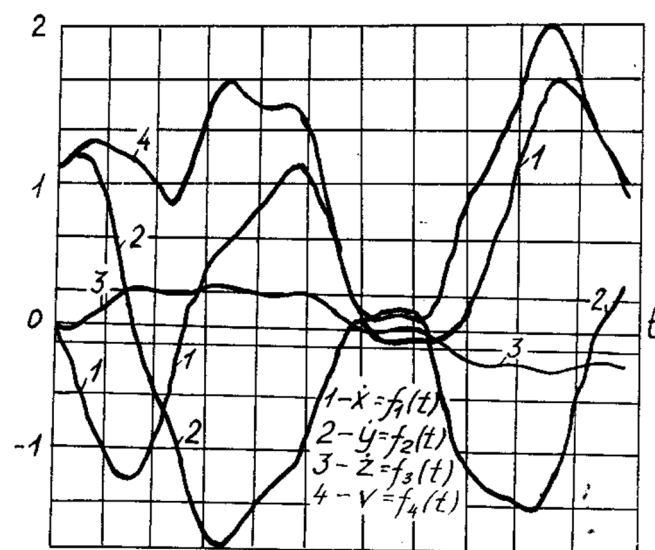


Рис. 3. Залежність зміни швидкості камери від часу

Швидкість і прискорення поверхні робочої камери змінюється періодично з різною

величиною і зсувом по фазі, що прогнозує плавний рух абразивного робочого середовища, а зміна кутової швидкості і кутового прискорення визначає силу і інтенсивність його переміщення що приводить до складного руху абразивного робочого середовища з різною інтенсивністю перемішування. Аналітична характеристика кінематики вібраційно-відцентрових установок, робоча камера яких рухається по складній просторовій кривій з накладеними на них кутовими коливаннями підтверджує характер траєкторії сипучого абразивного середовища в попарно різних напрямках в межах між осями X і Y.

На основі проведених досліджень і їх аналізу можна зробити висновки, що характеристика траєкторії руху сипучого абразивного робочого середовища, його ускладнення, яка забезпечується кінематикою робочих камер, дозволяє вибрати технологічну схему вібраційного оброблення, з найбільш інтенсивний процес, або потрібною інтенсивністю при обробці деталей малої жорсткості і складної геометричної форми. Траєкторії руху сипучого абразивного робочого середовища в різних зонах робочої камери дозволяють визначити величину абсолютної швидкості і прискорення гранул при обробці різного типу деталей, що розширяє можливості технологічного процесу.

1. Бабичев А. П. Основы вибрационной технологии. Ростов-н/Д. : ДГТУ, 2008. 694 с.
2. Кондратюк О. М., Ромейко І. В. Аналіз циркуляції робочого середовища при вібраційно-відцентровій обробці деталей. *Вісник НУВГП*. Рівне, 2006. Вип. 2(34). С. 253–271.
3. Кондратюк О. М., Серілко Л. С. Оптимізація технологічного процесу вібраційно-відцентрової обробки деталей. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2011. № 1(61). С. 87–93.
4. Кондратюк О. М. Теоретична модель процесу вібраційно-відцентрової обробки. *Вісник НУВГП*. Рівне : НУВГП, 2007. Вип. 2(38). С. 286–293.
5. Olexander Kondratiuk, Leonid Serilko, Oleg Lyashuk, Yuriy Galan. Investigation of abrasive granule movement relatively to the workpiece surface during vibration treatment (До слідження руху абразивної гранули відносно оброблюваної поверхні деталі при вібраційній обробці). *Вісник ТНТУ*. Тернопіль : ТНТУ. 2020. Вип. 2(98). С. 59–68.

УДК 656.2.073.235

АНАЛІЗ МІЦНОСТІ КОНТЕЙНЕРА ТИПУ ХОПЕР ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ АВТОТРАНСПОРТОМ

Альона Ловська, Ян Діжо, Мірослав Блатницький

University of Zilina
Univerzitna str., 1, Zilina, Slovak Republic, 010 26

Перспективи розвитку транспортної інфраструктури диктують необхідність створення та впровадження в експлуатацію рішень, які сприятимуть підвищенню рентабельності перевезень. Досягти цього можливо шляхом впровадження в експлуатацію мультимодальних транспортних засобів [1–3].

На даний час найбільш перспективним та поширеним мультимодальним транспортним засобом є контейнер [4; 5]. Їх перевезення здійснюється майже всіма видами транспорту. Разом з цим утримання затребуваності та конкурентоспроможності контейнерних перевезень викликає необхідність впровадження в експлуатацію сучасних конструкцій контейнерів, призначених для перевезень широкої номенклатури вантажів, тобто універсальних. Такі контейнери повинні мати можливість не тільки перевезень та зберігання вантажів, а і здійснення саморозвантаження. Це сприятиме скороченню часу обслуговування контейнерів в умовах транспортних терміналів, а відповідно і їх обігу. Тому питання проектування та впровадження в експлуатацію сучасних конструкцій контейнерів є досить актуальними та потребують дослідження.

Для підвищення ефективності експлуатації контейнерних перевезень запропоновано концепт конструкції контейнера типу хопер (рис. 1).

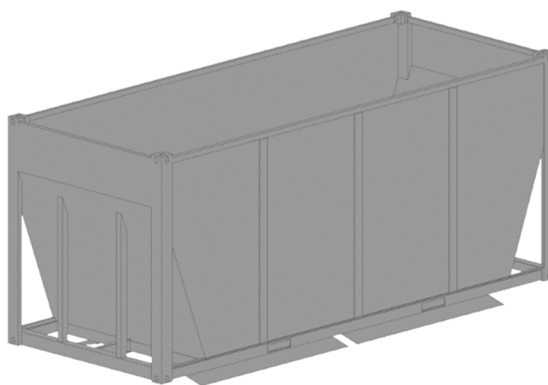


Рис. 1. Контейнер типу хопер

Несучу конструкцію контейнера утворює каркас, який складається з обв'язування верхнього та нижнього, стійок кутових та проміжних, стійок укосів, основної повздовжньої балки та проміжних балок. Кріплення обшивки контейнера до каркасу здійснюється зварюванням. Для закріплення контейнера на транспортному засобі, а також здійснення вантажно-розвантажувальних робіт – він оснащений кутовими фітингами стандартної конфігурації.

Тара контейнера складає 3,8 т, а вантажопідйомність 25,5 т. Корисний об'єм кузова контейнера дорівнює 62,25 м³.

Для можливості перевезень контейнера автотранспортом проведено його розрахунок на міцність за методом скінчених елементів в програмному комплексі SolidWorks Simulation [6–8]. При проведенні розрахунків до уваги прийняті елементи конструкції, які жорстко

взаємодіють між собою зварюванням. Тобто в розрахунковій моделі не враховані кришки розвантажувальних люків, оскільки вони мають шарнірну взаємодію з несучою конструкцією. Завантаження контейнера на автотransпорт здійснюється за допомогою підйомно-транспортного устаткування. При цьому стропи закріплюються за верхні кутові фітинги.

При проведенні розрахунку на міцність контейнера з урахуванням навантаження його конструкції через верхні кутові фітинги враховано, що стропи розміщуються під кутом $\alpha=45^\circ$ до горизонтальної осі симетрії фітинга. У зв'язку з цим навантаження, яке передається на верхні кутові фітинги розкладається на дві складові – горизонтальну та вертикальну. При складанні розрахункової схеми також враховано, що на контейнер діє вертикальне навантаження, обумовлене вагою вантажу, розміщеного у контейнері. До бокових та торцевих стін прикладався тиск розпору насипного вантажу. Розрахунок проведений з урахуванням розміщення у контейнері кам'яного вугілля.

При створенні континуальної моделі контейнера застосовані тетраедри. Оптимальну чисельність їх визначено графоаналітичним методом [8]. Модель налічує 37163 вузла та 113342 елемента. При цьому максимальний розмір елемента дорівнює 120 мм, мінімальний – 24 мм. Матеріал конструкції контейнера – сталь марки 09Г2С, яка має пружні ізотропні властивості.

На підставі проведених розрахунків встановлено, що максимальні еквівалентні напруження в контейнері виникають в зонах взаємодії основної повздовжньої та проміжних балок і складають 142,6 МПа (рис. 2), що нижче за допустимі [9].

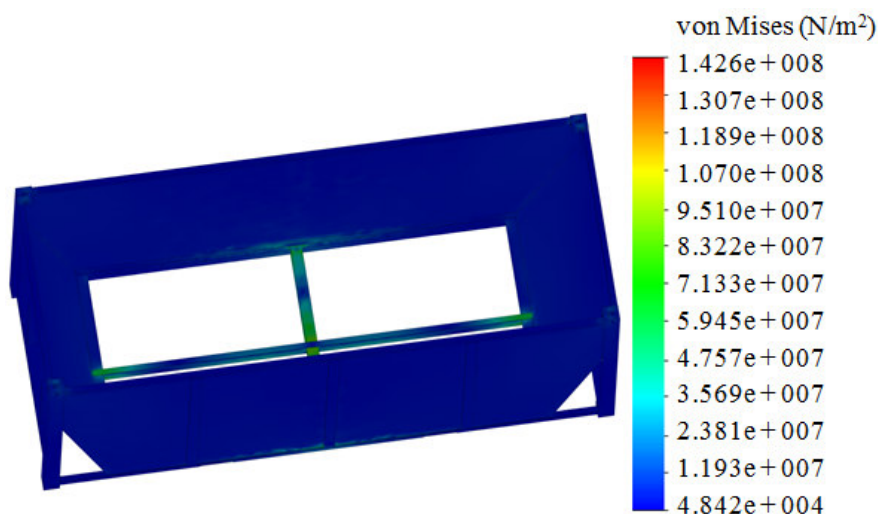


Рис. 2. Напружений стан контейнера при підйомі за верхні кутові фітинги

Для визначення міцності контейнера при перевезенні автотransпортом до уваги приймається його навантаженість інерційними зусиллями 1,2g – в повздовжньому напрямку за ходом руху автотransпортного засобу; 0,8g – в повздовжньому напрямку проти ходу руху; 0,5g – в поперечному напрямку.

Встановлено, що максимальні еквівалентні напруження виникають в зонах взаємодії обв'язування нижнього з нижніми кутовими фітингами і складають 225,6 МПа (рис. 3). Отримані напруження не перевищують допустимих [9].

Максимальні еквівалентні напруження в конструкції контейнера при навантаженні його інерційним зусиллям в повздовжньому напрямку проти ходу руху транспортного засобу склали 204,5 МПа, а в поперечному напрямку – 203,6 МПа. Тобто при розглянутих розрахункових схемах отримані напруження не перевищують допустимих значень [9].

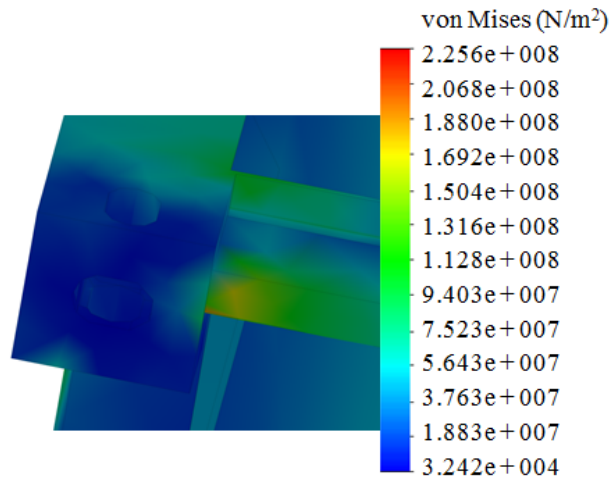


Рис. 3. Напружений стан контейнера при навантаженні його інерційним зусиллям в повздовжньому напрямку за ходом руху транспортного засобу

Для забезпечення безпеки перевезень контейнера також проведено модальний аналіз його несучої конструкції. Отримані результати встановили, що перша власна частота коливань контейнера має значення 56,5 Гц (таблиця), тобто не є вищою за допустиме.

Таблиця

Власні частоти коливань контейнера			
Мода	Частота, Гц	Мода	Частота, Гц
1	56,4	6	128,1
2	63,7	7	137,9
3	67,2	8	141,2
4	84,3	9	151,2
5	91,0	10	161,5

Для визначення можливості перевезень в контейнері високотемпературних вантажів проведено термічний розрахунок. При цьому розрахункова модель контейнера враховує тиск розпору насипного вантажу, а також температурне навантаження, яке прикладалося до внутрішніх поверхонь контейнера. Встановлено, що міцність несучої конструкції контейнера витримується при температурі перевозимого вантажу у 96° С (рис. 4).



Рис. 4. Залежність максимальних еквівалентних напружень в контейнері від температури перевозимого у ньому вантажу

Максимальні еквівалентні напруження при цьому виникають у верхній частині бокових стін контейнера (рис. 5).

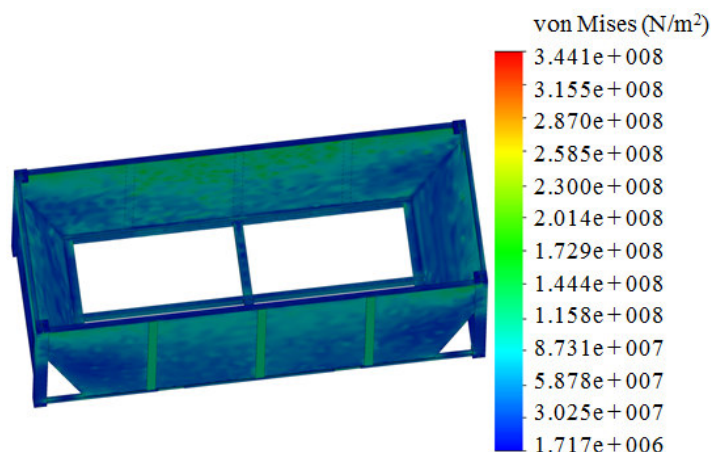


Рис. 5. Напружений стан контейнера від дії температурного навантаження

У вертикальних стійках максимальні напруження склали близько 320 МПа. В основній поздовжній балці максимальні напруження дорівнюють 298 МПа, а в проміжних балках – 286 МПа.

Проведені дослідження сприятимуть створенню багатофункціональних конструкцій контейнерів та підвищенню ефективності контейнерних перевезень.

1. Moez Kilani, Ngagne Diop, Daniel De Wolf. A Multimodal Transport Model to Evaluate Transport Policies in the North of France. *Sustainability*. 2022. Vol. 14. P. 1535. URL: <https://doi.org/10.3390/su14031535> (дата звернення: 22.10.2023).

2. Anthony K. C. Beresford, Ruth Banomyong, Stephen Pettit. A Critical Review of a Holistic Model Used for Assessing Multimodal Transport Systems. *Logistics*. 2021. Vol. 5. P. 11. URL: <https://doi.org/10.3390/logistics5010011> (дата звернення: 22.10.2023).

3. Olli-Pekka Hilmola, Weidong Li, Yulia Panova. Development Status and Future Trends for Eurasian Container Land Bridge Transport. *Logistics*. 2021. Vol. 5. P. 18. URL: <https://doi.org/10.3390/logistics5010018> (дата звернення: 22.10.2023).

4. Giriunas, H. Sezen, R. B. Dupaix. Evaluation, modeling, and analysis of shipping containerbuilding structures. *Eng. Structures*. 2012. Vol. 43. P. 48–57.

5. Arkadiusz Rzeczycki, Bogusz Wisnicki. Strength analysis of shipping container floor with gooseneck tunnel under heavy cargo load. *Solid State Phenomena*. 2016. Vol. 252. P. 81–90.

6. Sergii Panchenko, Juraj Gerlici, Glib Vatulia, Alyona Lovska, Andriy Rybin, Oleksandr Kravchenko. Strength Assessment of an Improved Design of a Tank Container under Operating Conditions. *Scientific Letters of the University of Zilina*. 2023. Vol. 25, Issue 3. P. B186–B193. URL: <https://doi.org/10.26552/com.C.2023.047> (дата звернення: 22.10.2023).

7. Oleksij Fomin, Juraj Gerlici, Glib Vatulia, Alyona Lovska, Kateryna Kravchenko. Determination of the Loading of a Flat Rack Container during Operating Modes. *Applied Science*. 2021. Vol. 11. P. 7623. URL: <https://doi.org/10.3390/app11167623> (дата звернення: 22.10.2023).

8. Stephen Tiernan, Martin Fahy. Dynamic fea modelling of iso tank containers. *Journal of materials processing technology*. 2002. № 124 (1). P. 126–132.

9. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). Київ, 2015. 250 с.

УДК 621.926.5:539.215

ВІЗУАЛІЗОВАНИЙ АНАЛОГ ВІДНОСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОДРІБНЕННЯ УДАРНОЮ ДІЄЮ В БАРАБАННОМУ МЛИНІ

Юрій Науменко¹, Катерина Дейнека², Борис Булан¹

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

²Рівненський технічний фаховий коледж Національного університету водного
господарства та природокористування, вул. Орлова, 35, м. Рівне, 33027

Значна частка барабанних млинів здійснює високопродуктивне грубе подрібнення внаслідок переважно ударної дії внутрішньомлинного молоткового завантаження.

Грубе подрібнення в барабанному млині здійснюється внаслідок реалізації переважно механізму навантаження ударною дією (рисунк, а), що викликає імпульсні прискорення та спричинює реалізацію механізму руйнування матеріалу розбиванням (рисунк, б).

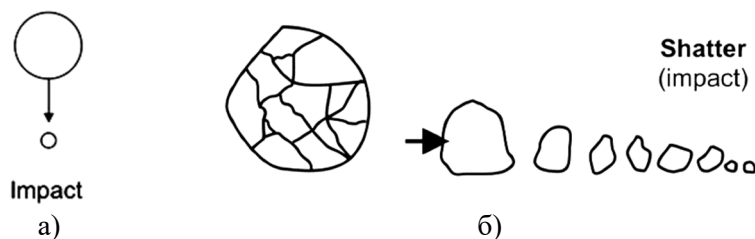


Рисунок. Схеми механізмів подрібнення ударом: а – механізм навантаження, б – механізм руйнування

Кількісне визначення параметрів імпульсної взаємодії є доволі проблематичним через непереборні труднощі аналітичного і чисельного моделювання та підвищену складність апаратного аналізу поведінки внутрішньомлинного завантаження. Відсутність результатів впливу ударної дії на енергоємність та продуктивність процесу помелу суттєво обмежує функціональні можливості деінтеграторів. Задача прогнозування впливу ударної дії завантаження на продуктивність подрібнення в барабанному млині видається актуальною.

Аналітико-експериментального моделювання зон руху зернистого завантаження у поперечному перерізі камери обертового барабана було здійснено в [1]. Для цього було застосовано процедуру побудови картин руху завантаження за допомогою аналітико-експериментального методу. Для реалізації методу було розроблено алгоритми визначення положення межі переходу пасивної зони у зону падіння [2] та параметрів зсувного шару [3]. Проте отримані результати не передбачали чисельної оцінки ударної взаємодії завантаження на параметри процесу грубого помелу.

Наближену математичну модель для механізму подрібнення ударом в барабанному млині було побудовано на основі візуалізації даних. Як аналог продуктивності подрібнення було прийнято потужність ударних сил [4].

Вираз для аналога відносної продуктивності подрібнення ударом Q_{ibr} , що відповідає відносній потужності вертикальних складових сил ударної взаємодії, має вигляд

$$Q_{ibr} = \frac{h_{fr}}{8\pi R} K_{fr} n_{to} \Psi_{\omega}, \quad (1)$$

де h_{fr} – відстань по вертикалі від найвищої до найнижчої точки на вільній поверхні зони польоту завантаження на картині руху; R – радіус камери барабана млина; K_{fr} – масова частка зони польоту завантаження; n_{to} – оборотність руху завантаження, що відповідає кількості

періодів циркуляції завантаження в камері протягом одного оберту барабана; ψ_{ω} – відносна швидкість обертання камери барабана.

Вираз для масової частки зони польоту K_{fr} має вигляд

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

де F_{sr} – площа твердотільної зони на картині руху завантаження, F_{sl} – площа зони зсувного шару, v_{sl} – дилатансія зсувного шару, κ – об'ємний ступінь заповнення камери завантаженням.

Вираз для ступеня заповнення камери κ має вигляд

$$\kappa = \frac{w}{\pi R^2 L}, \quad (3)$$

де w – об'єм порції завантаження камери у стані спокою, L – довжина камери барабана.

Вираз для оборотності завантаження n_{to} має вигляд

$$n_{to} = \left[1 - \left(\frac{R_c}{R} \right)^2 \right] \frac{1}{\kappa}, \quad (4)$$

де R_c – радіальна координата центра циркуляції завантаження відносно осі обертання на картині руху.

Вираз для відносної швидкості обертання ψ_{ω} має вигляд

$$\psi_{\omega} = \omega \sqrt{\frac{R}{g}}, \quad (5)$$

де ω – кутова швидкість обертання барабана, g – гравітаційне прискорення.

Величини h_{fr} , F_{sr} , F_{sl} , v_{sl} та R_c наближено визначались методом чисельного моделювання на основі експериментальної візуалізації поведінки завантаження в камері обертового барабана шляхом фіксації через прозору торцеву стінку та подальшої обробки картин руху у поперечному перерізі камери.

Апробація засвідчила ефективність застосування візуалізації даних для оцінювання динамічних та технологічних аналогів ударної взаємодії елементів внутрішньокамерного завантаження барабанного млина. Верифікація результатів моделювання реалізована порівнянням із даними технічного стандарту.

1. Naumenko Y. Modeling of flow pattern of the granular fill in the cross section of a rotating chamber. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5. Issue. 1(89). P. 59–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110444>.

2. Naumenko Y. Modeling of fracture of the quasi solid-body zone of motion of the granular fill in a rotating chamber. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 2, Issue. 1(86). P. 50–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96477>.

3. Naumenko Y., Sivko V. The rotating chamber granular fill shear layer simulation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4. Issue. 7(88). P. 57–64. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.107242>.

4. Naumenko Y., Deineka K. Building a model of the impact grinding mechanism in a tumbling mill based on data visualization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 3. Issue. 7(123). P. 65–73. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.283073>.

УДК 621.926.5:539.215

ВИЗНАЧЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ВНУТРІШНЬОКАМЕРНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ БАРАБАННОГО МЛИНА НА ОСНОВІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ

Юрій Науменко¹, Катерина Дейнека², Тарас Красівський¹

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

²Рівненський технічний фаховий коледж Національного університету водного
господарства та природокористування, вул. Орлова, 35, м. Рівне, 33027

Задача прогнозування впливу взаємодії молоткового завантаження на процес подрібнення в барабанного млина є доволі актуальною.

У роботі [1] було запропоновано метод аналітико-експериментального моделювання зон руху зернистого завантаження у поперечному перерізі камери обертового барабана. Моделювання виконувалось шляхом побудови картин руху на основі визначення положення межі переходу пасивної зони у зону падіння [2] та параметрів зсувного шару [3]. Проте отримані результати не передбачали оцінки взаємодії внутрішньомлинного завантаження на параметри процесу помелу.

Рух внутрішньокамерного зернистого завантаження обертового барабана у вигляді усталеного гравітаційного потоку є надзвичайно складним для експериментального вивчення. Висока чутливість течій зернистого середовища до зовнішніх впливів спричинює значні порушення у складному характері взаємодії частинок внаслідок прояву локальних граничних ефектів. Основні труднощі виникають внаслідок підвищеної чутливості зернистого потоку до внутрішнього апаратного зондування. Тому як основний метод експериментальних досліджень доцільно прийняти фізичну візуалізацію даних, оскільки граничний крайовий ефект завантаження на торцевій стінці камери є незначним.

Для визначення параметрів ударної взаємодії було застосовано експериментальний метод чисельного моделювання на основі візуалізації його поведінки в камері обертового барабана [4]. Візуалізація здійснювалась шляхом фіксації та подальшої обробки картин руху завантаження у поперечному перерізі камери, які було отримано через її прозору торцеву стінку (рисунок).

Алгоритм реалізації методу візуалізації даних, для випадку ударної взаємодії елементів завантаження, полягав у послідовному здійсненні таких етапів:

- 1) заповнення камери барабана порцією зернистого завантаження із дискретним значеннями ступеня κ ;
- 2) досягнення усталеного режиму руху завантаження при стаціонарному обертанні барабана із дискретним значенням відносної швидкості ψ_{ω} ;
- 3) виконання відеозйомки руху завантаження у поперечному перерізі обертової камери, що має прозору торцеву стінку;
- 4) отримання картини руху завантаження;
- 5) виділення на картині плоских геометричних фігур, що відповідають зонам руху – твердотільної, польоту та зсувного шару;
- 6) вимірювання на картині радіуса камери R ;
- 7) вимірювання на картині відстані по вертикалі від найвищої до найнижчої точки на вільній поверхні зони польоту завантаження h_{fl} ;
- 8) вимірювання на картині радіальної координати центра циркуляції завантаження відносно осі обертання R_c ;
- 9) вимірювання значень площ виділених геометричних фігур – твердотільної зони F_{st} та зони зсувного шару F_{sl} ;

10) обчислення за відповідними виразами значень параметрів взаємодії завантаження.

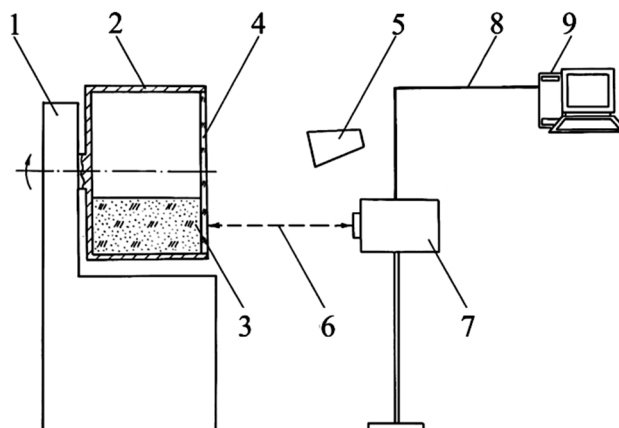


Рисунок. Схема візуалізації даних: 1 – блок приводу та вимірювальних приладів, 2 – барабан із роздільною камерою, 3 – зернисте завантаження, 4 – прозора торцева стінка камери, 5 – освітлювач, 6 – відеофіксація картин руху завантаження, 7 – відеокамера, 8 – канал передавання інформації, 9 – комп'ютер для візуалізації картин руху завантаження

Для вимірювання швидкості обертання барабана було використано стробоскопічний тахометр.

Вміст камери завантаженням оцінювався за об'ємним ступенем заповнення $\kappa = w / (\pi R^2 L)$, де w – об'єм порції завантаження у стані спокою, R – радіус камери, L – довжина камери.

Величина швидкості обертання барабана оцінювалась за значенням відносної швидкості обертання $\psi_\omega = \omega(R/g)^{0,5}$, де ω – кутова швидкість обертання, g – гравітаційне прискорення. Дискретні значення відносної швидкості стаціонарного обертання змінювались зі стану спокою, до виникнення режиму руху завантаження у вигляді пристінкового шару, з кроком $\Delta\psi_\omega = 0.05$.

Апробація засвідчила ефективність застосування візуалізації для оцінювання динамічних аналогів взаємодії елементів молоткового завантаження камери барабанного млина.

1. Naumenko Y. Modeling of flow pattern of the granular fill in the cross section of a rotating chamber. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5. Issue. 1(89). P. 59–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110444>.

2. Naumenko Y. Modeling of fracture of the quasi solid-body zone of motion of the granular fill in a rotating chamber. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 2, Issue. 1(86). P. 50–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96477>.

3. Naumenko Y., Sivko, V. The rotating chamber granular fill shear layer simulation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4. Issue. 7(88). P. 57–64. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.107242>.

4. Naumenko Y., Deineka K. Building a model of the impact grinding mechanism in a tumbling mill based on data visualization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 3. Issue. 7(123). P. 65–73. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.283073>

УДК 621.926.5:539.215

ВІЗУАЛІЗОВАНА ВИХІДНА ХАРАКТЕРИСТИКА УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ВНУТРІШНЬОКАМЕРНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ БАРАБАННОГО МЛИНА

Юрій Науменко¹, Катерина Дейнека², Віталій Чересюк¹

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

²Рівненський технічний фаховий коледж Національного університету водного
господарства та природокористування, вул. Орлова, 35, м. Рівне, 33027

Процес подрібнення в барабанному млині здійснюється шляхом поєднання трьох механізмів взаємодії молоткових тіл із частинками оброблюваного матеріалу – ударної дії, роздавлювання та стирання. Вважається, що внаслідок ударної дії відбувається переважно грубе подрібнення, стирання дозволяє досягти тонкого подрібнення, а роздавлювання має проміжний технологічний результат дії. Виникнення та співвідношення таких механізмів подрібнення зумовлено режимом руху внутрішньокамерного молоткового завантаження.

Задача прогнозування впливу ударної взаємодії молоткового завантаження на процес грубого подрібнення в барабанному млині є доволі актуальною.

Метод аналітико-експериментального моделювання зон руху зернистого завантаження у поперечному перерізі камери обертового барабана було запропоновано у роботі [1]. Таке моделювання базувалось на побудові картин руху завантаження за допомогою аналітико-експериментального методу. Було розроблено алгоритми визначення положення межі переходу пасивної зони у зону падіння [2] та параметрів зсувного шару [3]. Проте отримані результати не передбачали оцінки ударної взаємодії внутрішньомлинного завантаження на параметри процесу грубого помелу.

Внутрішньокамерне зернисте завантаження барабана, що обертається із невеликою кутовою швидкістю навколо горизонтальної осі, здійснює циркуляційний рух у поперечному перерізі камери переважно у трифазному режимі течії (рисунок).

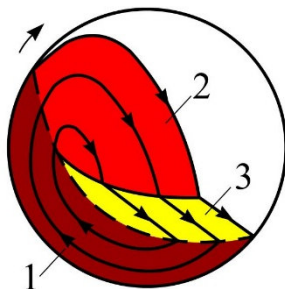


Рисунок. Схема зон руху зернистого завантаження у поперечному перерізі камери обертового барабана: 1 – твердотільна зона, 2 – зона польоту, 3 – зона зсувного шару

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

Під час ударної взаємодії молоткового тіла, що перебуває у зоні польоту, зі зсувним шаром завантаження відбувається стрибкоподібна кінцева зміна швидкості тіла. При цьому на поверхні переходу зони польоту у зсувний шар, яка є поверхню контакту, протягом малого проміжку часу діє ударна сила. Мірою сили ударної взаємодії є ударний імпульс.

Тривалість ударної взаємодії є дуже малою. Оскільки ударний імпульс має кінцеве значення, модуль сили молоткового тіла може бути доволі великим, що забезпечує здійснення процесу подрібнення ударною дією. Ударну взаємодію елементів завантаження можна вважати абсолютно непружною. На розглядуваній поверхні контакту, що є переходом зон руху завантаження, впливом на процес помелу сил неударної взаємодії можна знехтувати.

Динамічний ефект ударної дії молоткового завантаження можна оцінити за імпульсом, роботою та потужністю сил ударної взаємодії. Імпульс характеризує інтенсивність ударної взаємодії, а робота – енергію подрібнення ударною дією. Технологічний ефект ударної дії визначається продуктивністю процесу подрібнення ударом, значення якої можна оцінити за потужністю сил ударної взаємодії.

Для наближеної реалізації такого оцінювання зручно застосувати питомі та абсолютні відносні аналоги динамічних параметрів ударної взаємодії. Вихідні дані для визначення таких параметрів можуть бути одержані у спрощений спосіб за допомогою візуалізації картин руху завантаження у поперечному перерізі обертової камери.

Вихідною характеристикою, що наближено визначає величину ударної дії, є усереднене значення вертикальної складової швидкості руху зони польоту завантаження до ударної взаємодії V_{fr} [4]. Ця складова швидкості реалізується на межі переходу зони польоту у зсувний шар, що є поверхню контакту ударної взаємодії:

$$V_{fr} = \sqrt{\frac{h_{fr}g}{2}}, \quad (1)$$

де h_{fr} – відстань по вертикалі від найвищої до найнижчої точки на вільній поверхні зони польоту, що визначається методом візуалізації, g – гравітаційне прискорення.

Тоді питомий відносний імпульс вертикальної складової сили ударної взаємодії S_{fr} відповідає відношенню усередненого абсолютного імпульсу одиниці маси завантаження до величини $(Rg)^{0.5}$, де R – радіус камери

$$S_{fr} = \sqrt{\frac{h_{fr}}{2R}}. \quad (2)$$

Апробація чисельної моделі засвідчила ефективність застосування зазначеної вихідної характеристики для оцінювання динамічних аналогів ударної взаємодії елементів молоткового завантаження камери барабанного млина.

1. Naumenko Y. Modeling of flow pattern of the granular fill in the cross section of a rotating chamber. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5. Issue. 1(89). P. 59–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110444>

2. Naumenko Y. Modeling of fracture of the quasi solid-body zone of motion of the granular fill in a rotating chamber. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 2, Issue. 1(86). P. 50–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96477>

3. Naumenko Y., Sivko V. The rotating chamber granular fill shear layer simulation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4. Issue. 7(88). P. 57–64. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.107242>

4. Naumenko Y., Deineka K. Building a model of the impact grinding mechanism in a tumbling mill based on data visualization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 3. Issue. 7(123). P. 65–73. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.283073>

УДК 656.07

ВПРОВАДЖЕННЯ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Володимир Нерубацький, Денис Гордієнко

*Український державний університет залізничного транспорту,
майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050*

Для збільшення кількості перевезень на залізницях необхідно розробляти конкретні стратегії для визначення задоволеності пасажирів. Аналіз сприйняття пасажирів надає корисну інформацію, що може допомогти транспортним організаціям зрозуміти, що надихає клієнтів на сприйняття задоволеності та лояльності в цілому [1; 2].

Для залізниць важливо прагнути розробити нову бізнес-модель, де інфраструктура, поїзди, пасажирів та вантажі будуть все більше пов'язані, щоб забезпечити високий комфорт. Для цього бачення необхідно досягти надійної високошвидкісної передачі даних через Інтернет. Щоб підвищити безпеку та комфорт на залізницях, бездротовий Інтернет-зв'язок потрібно розвивати від голосових і традиційних послуг керування поїздами до різноманітних високошвидкісних послуг передачі даних, включаючи відео високої чіткості, та інші більш інтенсивні послуги для пасажирів, такі як відеоспостереження, передача даних у часі, навчання мультимедійного диспетчера, документи залізничного транспорту [3; 4].

Для особистих потреб користувачі послуг використовують можливості Інтернету для задоволення своїх потреб. Інтернет-сервісами можна користуватися за допомогою мобільних телефонів, планшетів і комп'ютерів. Для більш складних процесів вони повинні мати принтер, підключений до комп'ютера, відкритий поточний рахунок у банку та платіжну картку. Платіжна картка користувача сервісу дає змогу здійснювати транзакції в цифровій формі, що використовується в електронній комерції [5; 6].

Однією з найбільших проблем у моделі електронного бізнесу є оформлення та купівля квитків на приміські поїзди, що продовжує здійснюватися за допомогою платіжних карток [7; 8]. Тому актуальним є створення додатку на смартфоні для оформлення електронної мобільної картки в приміському транспорті. Після реєстрації можна почати поїздку, після завершення якої користувач виходить з системи, щоб припинити відстеження та запис плати за обслуговування. Окрім вищезазначеного, додаток може мати: навігаційну систему для користувачів, мультимедійний контент станції, прибуття поїздів та багажу, інформацію про розклад руху, вартість квитка, бронювання місць і т. п.

Операція, яку здійснює користувач послуг, здійснюється за рахунок ініціювання електронного листа, підключення до Інтернету через канали зв'язку Інтернет-провайдерів. Це відбувається на основі системи логічно взаємопов'язаного адресного простору на основі Інтернет-протоколу (IP), що забезпечує зв'язок за допомогою протоколу керування передачею / Інтернет-протоколу (TCP / IP). Протокол TCP дає змогу обмінюватися даними між додатками при купівлі квитка. Протокол HTTPS забезпечує безпечну ідентифікацію сервера. Користувач служби надсилає запит HTTP через Інтернет і мобільний телефон або комп'ютер через протокол зв'язку, що містить адресу URL, на веб-сервер, де активується сервер додатка. Відповідно до веб-сервера, сервер додатка надсилає сторінку HTML, що передається користувачу служби.

Взаємодія в моделі транзакцій включає набір повідомлень, якими обмінюються користувач та постачальник послуг, як частину електронного процесу транзакції для досягнення наміченої мети. Використовуючи технологію сервісно-орієнтованої архітектури SOA, повідомлення, представлені у форматі XML, взаємодіють між собою через протокол доступу до об'єктів SOAP, REST або JMS (рис. 1).

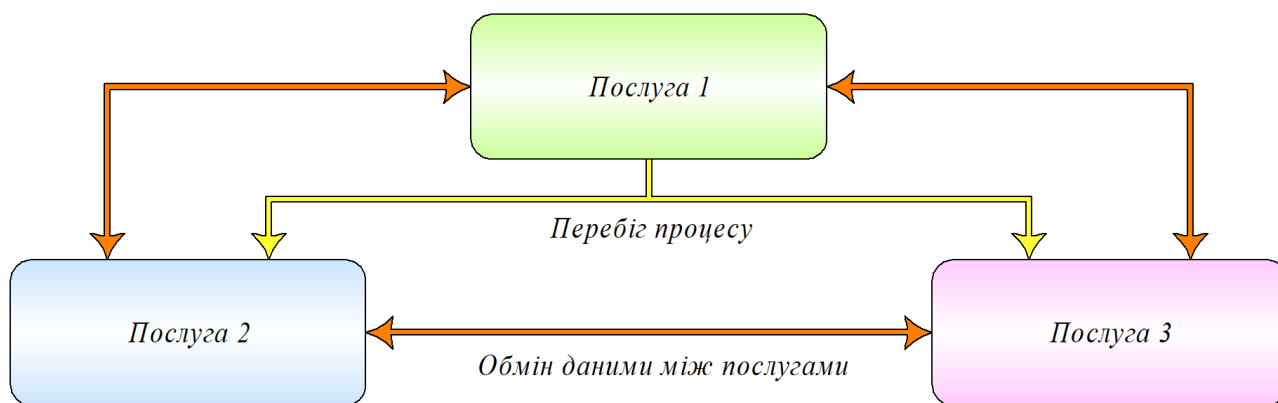


Рис. 1. Передача даних в сервісно-орієнтованій архітектурі

Кожне повідомлення має користувача служби, який ініціює надсилання запиту, постачальника послуг, який отримує його, і певну дію, яка виражається для його надсилання. Для початку дії використовується повідомлення, яке є специфікацією зв'язку, що передає необхідну інформацію між об'єктами.

Сервіс моделі транзакцій визначається на основі взаємної комунікації, що представляє здатність сервісу реалізувати електронний процес обміну повідомленнями та взаємодії, що відображається в здатності користувачів та ІТ-адміністраторів реалізувати комунікацію, як наведено на рис. 2.

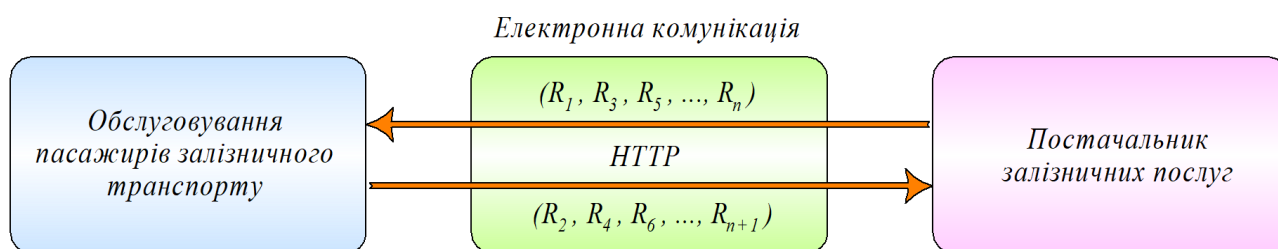


Рис. 2. Комунікація між службами в моделі ІТ-транзакцій

В інноваційній транзакційній моделі транспортних послуг взаємодія відіграє роль співпраці діяльності, пов'язаної з повідомленнями, у процесі комунікації та може бути представлена таким чином:

$$(R_1, R_3, R_5, \dots, R_n) \leq (R_2, R_4, R_6, \dots, R_{n+1}). \quad (1)$$

Здатність до взаємодії реалізується, якщо вимоги користувача сервісу менше або дорівнюють кількості ітерацій щодо можливостей інноваційного сервісу. Підмножина $(R_1, R_3, R_5, \dots, R_n)$ представляє собою кількість запитів на надсилання електронного повідомлення, ініційованого користувачем послуги, а підмножина $(R_2, R_4, R_6, \dots, R_{n+1})$ представляє собою кількість взаємодіючих відповідей (ресурсів послуги) постачальника транспортних послуг.

Умови інноваційної транзакційної моделі:

$$R = \langle Z, P, O, T \rangle. \quad (2)$$

У виразі (2) R представляє запит на службову інформацію, Z представляє та визначає тип інформації і в той же час обмежує значення очікуваних результатів, P визначає користувача

служби, O представляє протокол, який забезпечує передачу інформації належним чином і T представляє період часу.

Процес комунікації можна представити таким чином:

$$A \approx C \cdot R \cdot P^* \quad (3)$$

Підмножина A представляє транзакційні шаблони співпраці як здатність поля взаємодії, підмножина C представляє учасників взаємодії (ресурси обслуговування), а P^* представляє компонент, що використовує встановлену взаємодію електронних процесів.

Кінцевою метою розробки моделі ІТ-транзакцій є визначення обслуговування факторів користувача послуг, його потреб, вимог та очікувань, ресурсів і механізму доступу та доставки, які аналізуються з бази даних.

Розробка моделі передбачає інтеграцію послуг залізничної організації з послугами інших транспортних організацій з метою задоволення реальних потреб і вимог користувачів послуг відповідно до доступних технологічних інновацій, з підвищенням рівня обслуговування. Таким чином, користувач сервісу має можливість мати на смартфоні багатофункціональний цифровий запис, який повністю задовольняє потреби в обслуговуванні.

Інтернет-технології та платформа електронного бізнесу дозволяють здійснювати грошові операції через мережу з метою задоволення потреб користувачів послуг. Застосування інноваційної ІТ-моделі сприяє покращанню бізнесу транспортних організацій, а також інших зацікавлених організацій суспільства та економіки. Крім того, один із наступних кроків може включати технологію NFC, що забезпечує бездротовий зв'язок і обмін даними між пристроями на відстані десяти сантиметрів. Користувач послуги може, зчитавши дані зі смартфона, підтвердити електронну картку за допомогою технології NFC в транспортному засобі або на об'єкті перевізника. Однією з можливостей може бути ідентифікація за технологією RFID, де здійснюється автоматичне зчитування мобільних платежів і документів.

1. Yanyan L., Junfang J., Keping L. Railway passenger inbound streamline design and programme evaluation for temporary waiting based on the linear weighted sum method. *2nd International Conference on Urban Engineering and Management Science (ICUEMS)*. 2021. P. 140–145. DOI: 10.1109/ICUEMS52408.2021.00036.

2. Deplomo B. N., Villaberde J. F., Paglinawan A. C. Train passengers prediction for railway management system using regression analysis. *7th International Conference on Computer and Communications (ICCC)*. 2021. P. 1767–1772. DOI: 10.1109/ICCC54389.2021.9674210.

3. Sinha R., Jagadisha T., Spandana S., Mahan S., Patil A. Design of a real-time train control and management system. *IEEE Bangalore Humanitarian Technology Conference (B-HTC)*. 2020. P. 1–6. DOI: 10.1109/B-HTC50970.2020.9297891.

4. Plakhtii O., Nerubatskyi V., Hordiienko D. Research of operating modes and features of integration of renewable energy sources into the electric power system. *IEEE 8th International Conference on Energy Smart Systems (ESS)*. 2022. P. 133–138. DOI: 10.1109/ESS57819.2022.9969337.

5. Zhang G., Yang X., Huang J. Investigation and analysis on the development status and talent demand of rural e-commerce logistics in the era of big data. *International Conference on Forthcoming Networks and Sustainability in AIoT Era (FoNeS-AIoT)*. 2021. P. 244–248. DOI: 10.1109/FoNeS-AIoT54873.2021.00057.

6. Nerubatskyi V. P., Plakhtii O. A., Hordiienko D. A., Syniavskyi A. V., Philipjeva M. V. Use of modern technologies in the problems of automation of data collection in intellectual power supply systems. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. Issue 19. Part 1. P. 38–51. DOI: 10.30890/2567-5273.2022-19-01-058.

7. Vavra R., Janos V. Comparison of different conceptions of suburban railway transport. *Smart City Symposium Prague (SCSP)*. 2019. P. 1–5. DOI: 10.1109/SCSP.2019.8805699.

8. Vavra R., Janos V. Zone-oriented timetable as a network tool in suburban railway. *Smart City Symposium Prague (SCSP)*. 2023. P. 1–6. DOI: 10.1109/SCSP58044.2023.10146234.

ПЕРШИЙ ГІДРАВЛІЧНИЙ ЕКСКАВАТОР

Анатолій Нечидюк, Ярослав Бурич

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

Дослідження присвячене вивченню історії світового екскаваторобудування. Завдання дослідження: провести аналіз джерел, які відображають особливості світового машинобудування екскаваторів; з'ясувати внутрішні і зовнішні чинники становлення екскаваторобудування у контексті світової історії та наукового прогресу; відтворити досвід діяльності компаній, що займалися випуском перших гідравлічних екскаваторів у світі.

Ідею створення землерийної машини приписують великому генію Леонардо да Вінчі, який спроектував щось схоже на сучасний екскаватор-драглайн ще на початку XVI століття.

До 1500 року відноситься начерк Леонардо да Вінчі з креслениками грейфера для землечерпалки. Кілька років по тому Леонардо керував прокладанням каналів у посушливій Міланській долині. На земляних роботах він застосував землечерпалку власної конструкції. Драглайн, запропонований Леонардо да Вінчі, в основних рисах нагадує ківш сучасного екскаватора.

Проте існують свідчення, що така машина з'явилася ще раніше. Екскаватори застосовувалися ще в Стародавньому Єгипті і Стародавньому Римі як засіб механізації робіт з поглиблення русел річок і каналів. У будь-якому випадку починаючи з XVI століття землерийні установки активно застосовувалися і поліпшувалися в Італії, Франції та Америці.

Промисловий прогрес викликав бум у будівництві залізниць на початку 1800-х років, і, намагаючись пришвидшити роботу, у 1835 році 22-річний американський інженер Вільям Отіс (William Otis) за допомогою інженера Чарльза Френча розробив проєкт першої парової лопати. Це був початок створення землерийної техніки з автономним приводом. Промислова революція, яка була спричинена використанням енергії пари, спричинила ці революційні зміни у машинобудуванні.

Лопата Power Shovel працювала на рейках за допомогою котла та парової машини, а також включала ківш із рукояттю, яка була прикріплена до хитної стріли. За допомогою робітників цей ківш можна було піднімати й опускати за допомогою ланцюгового підйомника, а стрілу можна було перетягувати з одного боку на інший за допомогою канатів. У 1839 році Отіс запатентував паровий кран-екскаватор (№ 1089 US), який був дорогим і знадобилося багато часу, щоб він отримати більш широке використання.

Наприкінці 1800-х років гідравлічна сила була визнана більш ефективним засобом сили. На перших кроках у створенні гідравлічних екскаваторів фактично використовувалася вода, а не гідравлічна рідина. Ця версія продовжувала використовувати троси (ланцюги) для керування ковшем.

Перший екскаватор, який використовує гідравлічну технологію, був побудований у 1882 році компанією Sir WG Armstrong & Company в Англії, де його використовували при будівництві доків Халл. На відміну від сучасних екскаваторів, які використовують гідравлічну рідину, для роботи гідравлічних функцій використовувалася вода. Крім того, це була не справжня гідравлічна машина, а гібрид, який використовував троси для керування ковшем, але з гідравлічним циліндром, що керував набором багатьох блоків. Ідея не мала успіху ні на цій машині, ні на машині схожої конструкції, створеній непов'язаним Френком Ф. Армстронгом для Penn Iron Mining Company у Сполучених Штатах у 1914 році.

Перший справжній повністю гідравлічний екскаватор вийшов у 1897 році, повністю виключивши троси та ланцюги з конструкції екскаватора. Ця машина, створена

американською компанією Kilgore Machine Company, була першою у своєму роді, яка мала набагато міцніший корпус, менше робочих частин і потребу лише в одному операторі. Обслуговування стало легшим, а поломки відбувалися рідше.

Найкращий опис конструювання парового циліндра Кілгора можна знайти в цитатах з Engineering News (том L, № 25, датований 1903 роком). «Дія складається з чотирьох парових циліндрів прямої дії, які використовуються для копання та повороту, і одного маленького циліндра прямої дії для керування ковшем. Всередині щогли розташований вертикальний циліндр, до траверси якого підвішені литі сталеві ланки або шатуни, нижні кінці яких прикріплені до п'яти гака. Цей циліндр піднімає та опускає стрілу, а також піднімає ківш під час різання (див. ескіз). До основної точки опори стріли прикріплений коливальний циліндр, поршневий шток якого прикріплений до п'яти важеля або рукояті ковша; це використовується для повороту рукояті. Третій циліндр знаходиться всередині стріли, а його поршневий шток прикріплений до іншої литої сталеві траверси, до якої повертається важіль ковша. Цей циліндр використовується для надання прямої тяги до ковша. Четвертий циліндр розташований горизонтально з одного боку палуби або підлоги і має прикріплену до поршневого штока важку сталеву стійку, яка з'єднується зі сталевію прямозубою шестернею на основі щогли. Це служить для розгойдування щогли та стріли».

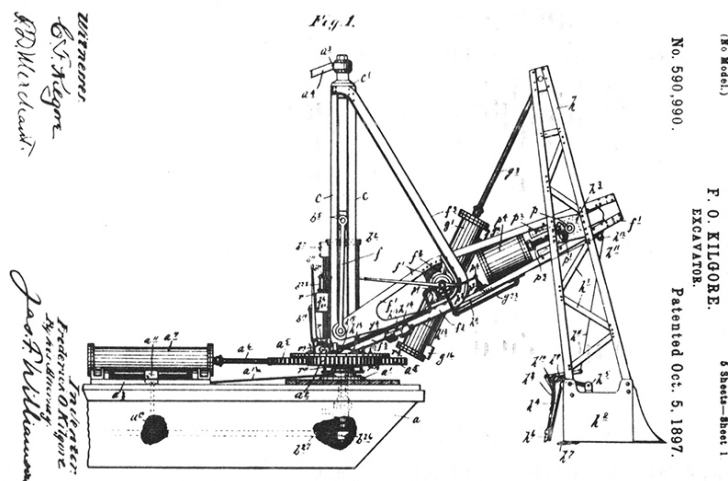


Рисунок. Патент № 590990 US, гідравлічний екскаватор компанії Kilgore Machine Company

Було запропоновано два розміри залізничних лопат Kilgore; 30-тонна модель на колесах із місткістю $1\frac{1}{4}$ ярда та 65-тонна модель на рейках із місткістю $2\frac{1}{2}$ ярда. На озброєння було введено лише «дві або три» лопати Kilgore.

Патент на перший серійний гідравлічний екскаватор був наданий італійським братам Маріо та Карло Брунері у 1951 році, у той самий рік, коли було започатковано Highway Equipment. Хоча це перше виробництво не виправдало очікувань широкого використання екскаваторів, на яке вони сподівалися, інші виробники в різних країнах тримали руку на пульсі розробки екскаватора і досягли успіху в маркетингу та отриманні визнання екскаватора з гідравлічною системою керування.

Висновки. Промислова революція 18–19 ст. мала вплив на розвиток екскаваторного машинобудування. Цей розвиток був не рівномірним і не поступовим, гідравлічна сила хоча була і відома (автором першого винаходу гідравлічного преса є англійський винахідник Джозеф Брама, 1795 р.), але використана лише 1897 році.

1. Машини для земляних робіт : підручник / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, М. П. Скоблюк та ін. ; під заг. ред. проф. Л. А. Хмари та проф. С. В. Кравця. Харків : ХНАДУ, 2014. 548 с.

УДК 621.793

ОБМІДНЕННЯ БОРИДНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Леонід Омельченко, Сергій Гладков

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

Розвиток машинобудування зумовлює використання новітніх технологій спрямованих на підвищення ресурсу та надійності роботи машин та механізмів. Покращити ці характеристики є можливим за допомогою використання відповідних конструкційних матеріалів, які оптимально поєднують високу твердість, пластичність, а відповідно і зносостійкість. Найкраще себе зарекомендували боридні покриття і зміцнення поверхонь за допомогою таких покриттів є актуальним та перспективним напрямком.

Зовнішнє насичення поверхонь деталей одночасно кількома елементами (багатокомпонентне дифузійне насичення) має переваги в порівнянні з насиченням одним елементом. Воно дозволяє отримувати в покритті такі властивості, що створюються окремими елементами, з особливими властивостями їх сполук. Багатокомпонентні дифузійні боридні покриття наділяють поверхні оброблюваних деталей цілим комплексом фізико – хімічних і механічних властивостей, що обумовлюють високу зносо-, жаро- і корозійну стійкість при хіміко-термічній обробці [1]. Отримані покриття перевершують однокомпонентні покриття по експлуатаційних властивостях в декілька разів.

Метою цієї роботи є з'ясування впливу обміднення на боридні покриття в умовах контактного зношення та порівняння зносостійкості поверхонь зміцнених самим боридним покриттям та зразків з бронзи БР АМц 10-2.

В результаті насичення сталей бором утворюються поверхневі шари з різноманітною структурою і високим комплексом властивостей. У зв'язку з цим, удосконалення процесів поверхневого легування сплаву одночасно В та Сu при хіміко-термічній обробці є дуже актуальним та викликає теоретичний і практичний інтерес.

Під час випробування використали зразки із сталі 45 [2]. Поверхні зразків насичували у бормісткому порошку B_4C та в суміші порошку бормісткого компонента з додаванням міді для порівняння зносостійкості.

Для випробування використали суміші для борування сталей:

$B_4C + 1\% \text{ фторопласту}, 86\% B_4C + 9\% Cu_3P.$

При температурі нагріву до $975^\circ C$ та 3-ох годин витримки товщина насиченого в боридних сумішах дифузійного шара склала 120–140 мкм. та значення мікротвердості поверхні до 14,5 ГПа. В результаті такого легування змінюються мікротвердість, тріщиностійкість, пористість, розподіл залишкових напружень та інші властивості та характеристики боридних фаз.

Випробування зносостійкості зразків проведено на машині тертя. Обрані зразки випробовувались зворотно-поступальним рухом платформи, контактуючи з контртілом зі відпущеної сталі У8. Величину зносу вимірювали шляхом зважування зразка до та після випробування на аналітичних терезах ВАЛ-200Г при навантаженні 49Н. Випробування проводилось протягом 300 хвилин.

За втратою маси знайшли показники швидкості зносостійкості досліджених покриттів, $кг/м^2 : I = \Delta m / S$, де m – втрата маси, кг; S – площа поверхні тертя зразка, $м^2$.

Данні випробувань протягом 5 годин показали, що поверхня легована боридним покриттям з міддю має найменшу швидкість зношування $Cu - 0,847 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^2$, а боридні шари без легування мали знос $FeB - 1,75 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^2$. Дослідження показали, що боридні

покриття леговані міддю, із меншою твердістю 14,5 ГПа, мають в 2 рази кращу зносостійкість порівняно з дослідженими легованими боридними шарами та без легування. Це пояснюється тим, що в структурі боридних шарі виявлені окремі вкраплення міді, які виконують роль твердого мастила.

При порівнянні зношування боридних фаз з бронзами БР АМц 10-2 показало, що зносостійкість обміднених боридних фаз переважає над бронзами в 30 разів, а боридних покриттів без легування в 15 разів (рис. 1).

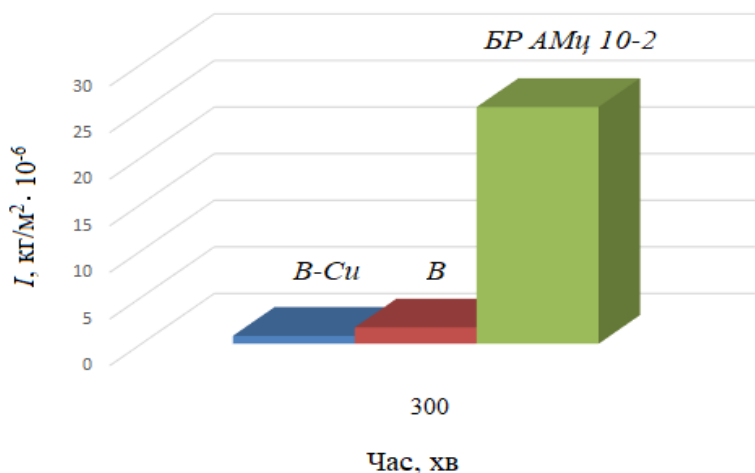


Рис. 1. Інтенсивність зношування покриттів за 300 хвилин сухого тертя ковзання

На рис. 2 представлена мікроструктура боридного покриття без легування та покриття легованого міддю.

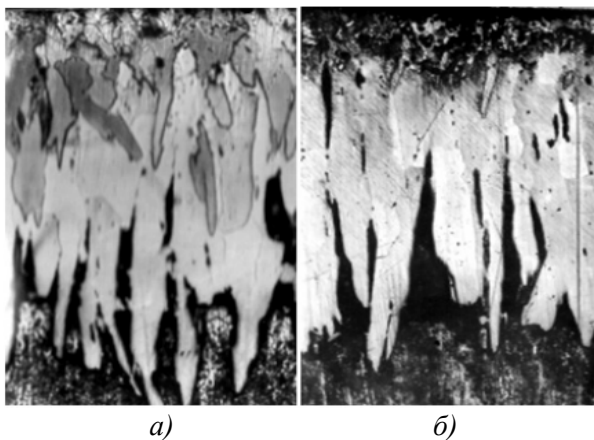


Рис. 2. Мікроструктури боридного покриття (а) та боридного покриття легованого міддю(х320)

Висновок. Аналіз випробувань зносостійкості показав, що в умовах контактного зношування боридного покриття легованого Cu на сталі 45 найкращими властивостями володіють боридні фази FeB та Fe₂B леговані міддю, які підвищують зносостійкість боридних шарів без легування в 3 рази, а в порівнянні з бронзою навіть в 30 разів.

Отже використання технології обміднення боридних покриттів для підвищення зносостійкості та відповідно довговічності деталей машин є актуальним та перспективним.

Такі технології активно застовуються в машинобудуванні, суднобудуванні, харчовій промисловості, інструментальному виробництві для зміцнення інструменту, оснащення деталей та вузлів.

1. Федоренкова Л. И. Спиридонова И. М. Физико-химические процессы в прикатодном слое. *Вісник ДДУ. Фізика. Радіоелектроніка*. 1999. № 5. С. 46–51.

2. Чернега С. М. Комплексное насыщение углеродистых сталей бором и хромом в активированной среде. *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*. 1999. № 1. С. 58–64.

УДК 621.793

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА ДИСПЕРСНОЗМІЩЕНОЮ СТАЛЛЮ ОТРИМАНОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Леонід Омельченко, Роман Мороховський

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

Культивація ґрунту одна з найважливіших технологічних операцій у сільськогосподарському виробництві. Підвищення експлуатаційних характеристик культиваторних лап напряду впливає на ефективність технологічної операції. Культивація передбачає поверхневу обробку ґрунту, що забезпечує її розпушування та вирівнювання поверхні з одночасним підрізанням бур'янів. Під час різання ґрунту лапи культиватора піддаються інтенсивному абразивному спрацюванню. Їх термін служби залежить від матеріалу, умов експлуатації, типу і властивостей ґрунту, кутів загострювання тощо.

В результаті теоретичних та практичних напрацювань у галузі удосконалення ріжучих елементів культиваторів вказує на такі основні напрямки їх удосконалення: підвищення зносостійкості леза, підвищення підрізної спроможності стрілкової лапи, покращення стійкості ходу за глибиною та шириною захвату і т.д.

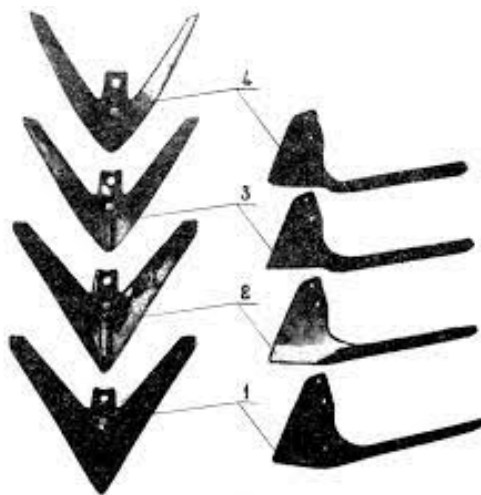


Рис. 1. Характер спрацювання стрілочатих лап культиватора

Виходячи з аналізу напрацювання (див. рис. 1) можемо спостерігати криволінійний характер за рахунок спрацювання кінців крил, 1 – нові лапи; 2 – після напрацювання 30 га; 3 – після напрацювання 350 га; 4 – після напрацювання 450 га в залежності від обробленої площі, найбільшому спрацюванню підлягає поверхня, що розташована безпосередньо біля ріжучої кромки, причому характер розподілення спрацювання по поверхні зразків відповідає характеру розподілення тиску ґрунту, підтверджуючи гіпотезу про те, що тиск є одним з основних факторів.

Було встановлено що спрацювання культиваторних лап і зростання товщини леза (його затуплення) впливає на їх тягову характеристику і відповідно збільшення тягового навантаження, що призводить до зниження стійкості ходу і подальшої деформації і порушення технології культивування, тому підвищення експлуатаційної стійкості наплавленням на зношену поверхню дисперснозміщеної сталі дає можливість подовжити їх ресурс до 20% [1].

Цей спосіб підвищення зносостійкості отримав достатнє поширення в зв'язку з незначною зміною конструкції культиваторних лап, при значному підвищенні терміну служби.

Перспективним напрямом отриманням дисперснозміцненого покриття є використання для модифікування наплавленого шару вторинної сировини отриманою при утилізації певного комплексу боєприпасів. В раніше проведених дослідженнях [2] широко використовували для модифікування не магнітну складову шихти, яка показала високу ефективність в досягненні необхідних властивостей. В даному дослідженні вивчені процеси використання магнітної шихти до її складу входять дисперсні алмазні включення які в серединні зерен покриті кисневими сполуками заліза FeO , Fe_2O_3 та Fe_3O_4 . Проведеними дослідженнями встановлено, що розташовані всередині конгломерату алмазні включення не подрібнюються, а зберігаються більш великими та мають округлу форму

Аналізом встановлено, що магнітна шихта містить значну кількість кисневих включень у вигляді оксидів. При цьому, підвищеним магнетизмом відрізняються навіть сильно подрібненні кисневі включення заліза, доля яких більша в дрібній магнітній фракції. Така шихта містить до 0,2–0,3% міді. Завдяки малій концентрації міді, у відсутності сірки отриманий модифікатор використали для відновлення зношених поверхонь лап наплавленням нержавіючим електродом ER321. При введенні модифікуючої домішки магнітної частки шихти детонаційного синтезу мікротвердість підвищується, в порівнянні з максимально досягнутими показниками без її введення, приблизно на 10% (до Н-50-362). Крім того, мікротвердість стає більш однорідною по всьому перетину відновлюваного шару, але в перехідній зоні та – зоні термічного впливу вона не змінюється і становить Н-50-125 та Н-50-112-141 відповідно (рис. 2).

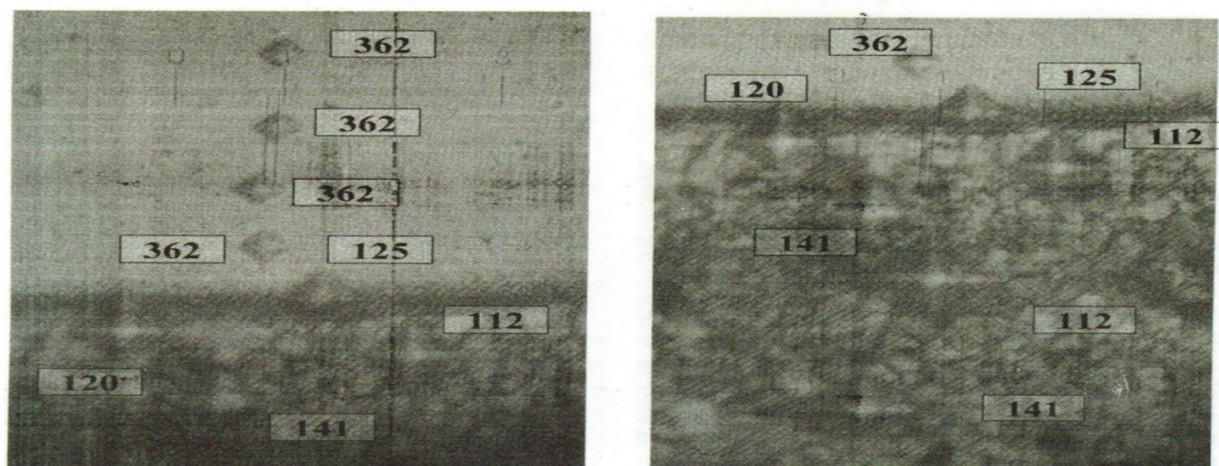


Рис. 2. Зміна твердості по перерізу:
а – відновлювального шару; б – зони термічного впливу

Введення такої шихти з алмазною фракцією, а також додатковими компонентами, сприяє модифікуванню рідкої ванни та отриманні дисперснозміцненого покриття, що має мілкозернисту структуру та підвищену однорідну мікротвердість по всьому перерізу.

1. Применение модифицирующих присадок для восстановления деталей машин / Т. С. Скобло, А. И. Сидашенко, И. Н. Рыбалко, А. В. Марков. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин* : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. Кропивницький : ЦНТУ, 2017. Вип. 47. Ч. 1. С. 229–240.

2. Методика исследования структурообразования при восстановлении деталей с использованием модификаторов / Скобло Т. С., Гончаренко О. О., Марков А. В., Омельченко Л. В., Телятников В. В., Тупиченко С. В. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. Харків, 2016. № 6. С. 57–62.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БІОДИЗЕЛЯ

Вікторія Пономарьова, Олександр Тіхонов

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

Можна відзначити, що останніми роками за кордоном були розроблені численні директивні документи в забезпечення розвитку альтернативного палива. Вони допрацьовуються і уточнюються відповідно до вирішуваних задач, основними з яких є: скорочення ризиків, викликаних отруєннями відпрацьованими газами двигунів (СО, НС, РМ, NOX і ін.) [1–11]. До числа таких документів відносяться Акт «Чистый воздух» (США), директива «Якість топлив» (ЄС), стандарти ЕРА для двигунів вбудованих автомобілів, стандарти на чистоту ОГ (EURO-emission), стандарти для приватних автомобілів і важких вантажних автомобілів (програми «Автотопливо» I і II, ЄС, і ін.); скорочення ризиків, викликаних парниковим ефектом і глобальною зміною клімату. Це нова Директива по використуванню біологічного палива (Європейський Союз) і добровільна угода АСЕА (Асоціація розробників європейських автомобілів) про допустиме до 2008 р. максимальному рівні викидів СО₂, що становить 140 г/км; скорочення ризиків по енергозабезпеченню транспортного сектора. Це Акт «ЕРАкт» (США) і нова Директива по розвитку і використуванню біологічного палива (Європейський Союз); скорочення ризиків, пов'язаних з нанесенням збитку навколишньому середовищу, що викликається отруйними речовинами. Загалом, використування рослинних видів палива необхідне для того, щоб понизити викид в атмосферу двоокису вуглецю. При тому, що при згоранні біодизеля виділяється така кількість СО₂, яка була спожита з атмосфери рослиною за весь період її життя. Сильною стороною біодизеля так само є те, що він при тому, що згоряє викидає в атмосферу набагато менше шкідливих газів (біодизель порівняно з мінеральним аналогом майже не містить сірки (< 0,001%, тоді як мінеральне дизпаливо < 0,2%)). В світовій практиці лімітується ряд компонентів вихлопних газів, серед них: монооксид вуглецю С, незгорілі вуглеводні, оксиди азоту NOX і сажа. Очевидні переваги біодизеля по показниках продуктів згоряє: монооксиду вуглецю, вуглеводнів, залишкових частинок і сажі. В ЄС виробництво біодизеля давно одержало підтримку уряду, оскільки розглядається як стратегічний напрям розвитку паливної галузі [1–11].

При дослідженні інших компонентів шкідливих викидів розглядалися різні види рухомого складу (легкові і вантажні автомобілі, тягачі, тепловози і ін.). При цьому, використувалися всілякі методи дослідження, залежні від характеру експлуатації рухомого складу. Для автомобільного транспорту використують, як правило, дослідження по 13 пунктам.

Для залізничного рухомого складу застосовують метод ISO-F, що передбачає перевірку по трьох пунктах, оскільки тут для розгляду беруть тільки три режими – повного і неповного навантаження, холостого ходу. Для всіх видів рухомого складу встановлюють єдині умови експлуатації, коли час роботи розподіляється таким чином: в режимі холостого ходу – 60%, при повному навантаженні – 25%, при частковій – 15%. Результати досліджень нерідко не можна порівнювати через відмінність вживаних методик. Що ж до викиду в атмосферу шкідливих речовин, то біодизель значно чистіше, ніж солярка [1–11]. Так, він «чадить» сажею на 50%, С – на 10–12%, СН – на 20% менше ніж звичайне дизпаливо. Сірки у відпрацьованих газах досить мало – 0,005–0,05% проти 0,2–0,5% у солярки. Цей показник дає можливість встановлювати нейтралізатори відпрацьованих газів, що дозволить ще більше понизити

кількість токсичних компонентів, що викидаються. Через високий вміст кисню в біодизельному паливі (10%) у відпрацьованих газах автомобіля більше оксидів азоту.

Біологічна нешкідливість. В порівнянні з мінеральним маслом 1 літр якого здатний забруднити 1 млн літрів питної води і привести до загибелі водної флори і фауни, біодизель, як показують досліді, при попаданні у воду не заподіює шкоди ні рослинам, ні тваринам. Крім того, він піддається практично повному біологічному розпаду: в ґрунті або у воді мікроорганізми за місяць переробляють 99% біодизеля, що дозволяє говорити про мінімізацію забруднення річок і озер при перекладі водного транспорту на альтернативне паливо.

Попре всі екологічні переваги біодизельного палива слід відмітити що виникають проблеми з використанням побічних продуктів після виготовлення біодизеля. Це питання викликане тим що утилізація та переробка побічних продуктів таких як гліцерин, соломка та макуха потребують додаткових витрат. Наприклад гліцерин можна використовувати у фармакологічних цілях але для цього необхідно більш ретельно проводити процес очистки що відразу ж відобразиться на його собівартості. А не очищений можна спалювати в спеціальних печах але ж при спалюванні гліцерину також виділяються шкідливі речовини що негативно відобразиться на екологічному становищі. Так що ж робити з гліцерином ??? Навряд чи його будуть закуповувати для використання у фармакології або спалювати в спеціальних печах бо це все потребує значних коштів. Що до соломи та макухи які можна використовувати в раціоні тварин також виникають спірні питання При теперішньому становищі в сільському господарстві, яке перебуває в занепаді та при досить малому поголів'ї великої рогатої худоби навряд чи буде потреба в такій кількості цих продуктів.

Висновок. Використання біодизеля в Україні має потенціал стати важливим інструментом для зменшення залежності від імпорту нафти, сприяти сталому розвитку сільського господарства та зменшенню викидів шкідливих речовин. Однак успішна реалізація цієї ідеї вимагатиме зусиль як з боку уряду, так і з боку приватного сектору, інвесторів та громадськості.

1. Дикун Т. В., Полянський П. І. Аналіз ефективності використання біодизельного палива в двигунах внутрішнього зростання. *Нафтогазова енергетика*. 2015. № 1 (23). С. 86–93.
2. Гунко І. В., Бурлака С. А., Єленич А. П. Оцінка екологічності нафтового палива та біопалива з використанням методології повного життєвого циклу. *Scientific Journal Herald of Khmelnytskyi National University*. 2018. Vol. 267, Issue 6. Part 2. С. 246–249.
3. Семенов В. Г. Производство и применение биодизельного топлива в Украине. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2007. № 5. С. 7–8.
4. Фабіянська В. Ю., Гуцаленко Л. В. Екологічні та економічні аспекти виробництва біопалива *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Київ, 2013. Вип. 19. С. 168–174.
5. Семенов В. Г. Анализ показателей работы дизелей на нефтяных и альтернативных топливах растительного происхождения. *Вісник НТУ «ХПІ»* : збірка наукових праць. Харків : НТУ «ХПІ», 2002, № 3. С. 177–197.
6. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г., Корпач А. О., Мержієвська Л. П. Екологія автомобільного транспорту. Київ : Основа, 2002. 312 с.
7. Деянин С. Н., Марков В. А., Семенов В. Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. Харків : Новое слово, 2007. 452 с.
8. Войтов В., Карнаух М., Даценко М. Техніко-експлуатаційні та екологічні показники дизельних двигунів з використанням біодизеля. *Техніка і технології АПК*. 2009. № 1. С. 13–17.
9. Захарчук В. І. Применение альтернативных топлив в автотракторных дизелях. *Енергосбережение*. 2010. № 2. С. 26–28.
10. Дубровін В. О., Мельничук М. Д., Мироненко В. Г. Перспективи розвитку технологій енергетики в Україні. *Біопаливо та відновлювані джерела енергії, проблеми і перспективи розвитку* : матеріали наук.-практ. конф. Вінниця : ВДАУ, 2006. 103 с.
11. Кошляк Г. В, Павленко А. М. Перспективи енергетичного використання біомаси в Україні. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2021. Вип. 1 (23). С. 22–32.

УДК 628.862.3

МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ НОВОЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ З ВЕРТИКАЛЬНИМ РОТОРОМ

Леонід Серілко, Зоя Сасюк, Максим Мельник

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

Вітроенергетичні установки (ВЕУ) сьогодні займають перспективну сходинку на ринку альтернативних та чистих джерел енергії й у місцях зі сприятливими швидкостями вітру можуть конкурувати з традиційними джерелами електропостачання. Найбільше поширення з установок, що приєднуються до мережі, сьогодні одержали вітроенергетичні установки (ВЕУ) з одиничною потужністю від 100 до 500 Квт.

Аналіз наукових розробок в даній галузі показав, що існує безліч варіантів вітродвигунів для переробки вітру в електричну енергію. У переважній більшості випадків використовуються лопатеві машини з горизонтальним валом, що встановлюється за напрямку вітру. Вітроустановки з вертикальним ротором є менш популярними через проблему стартового самозапуску при незначній швидкості вітру, хоча мають високу ефективність при різних напрямках вітру.

Нами розроблена конструкція вітроенергетичної установки з вертикальним ротором, яка складається з ротора 1, встановленого у нерухомій втулці 2. До паралельних траверс 3 установки прикріплено лопаті 4 аеродинамічної форми, які відрізняються тим, що вони складаються з двох частин, одна з яких, основна, жорстко прикріплена до траверси, а інша, додаткова лопать 6, шарнірно приєднана до основної з можливістю обертання навколо вертикальної осі. На траверсах 3 встановлені стержні 7, які обмежують поворот додаткових лопатей 6.

Схему розробленої вітроенергетичної установки зображено на рисунку.

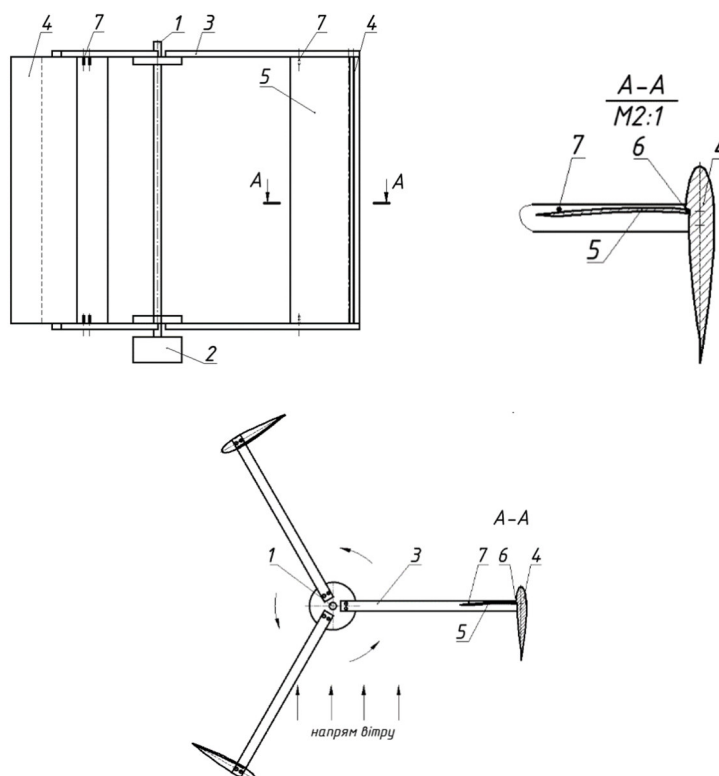


Рисунок. Схema вітроенергетичної установки

Така конструкція пристрою, на нашу думку, дозволить вирішити проблему самозапуску установки. При мінімальній швидкості вітру додаткові лопаті 6 повертаються в шарнірах 5, сприймають вітровий потік і ротор 1 починає обертатися, при цьому вітроустановка працює в режимі лопатевого вітродвигуна. При збільшенні швидкості вітру збільшується частота обертання ротора 1 і додаткові лопаті 6, внаслідок дії на них відцентрової сили інерції, повертаються навколо вертикальної осі в шарнірах 5 і опираються на основні лопаті 4, в результаті чого вони утворюють одну лопать аеродинамічного профілю і ВЕУ працює в режимі ротора Дар'є. Оскільки лопаті виготовлені з двох частин, одна з яких, основна, жорстко прикріплена до траверси, а інша, додаткова, шарнірно кріпиться до основної і може обертатися навколо вертикальної осі, то основна лопать встановлена таким чином, що постійно забезпечує оптимальний кут атаки. А друга, додаткова, має незначну масу, в порівнянні з основною, а отже, і малий момент інерції, що дозволяє їй перейти з одного положення в інше, за мінімальний проміжок часу. Коефіцієнт використання енергії вітру такою установкою набагато більший від коефіцієнта використання енергії вітру лопатевого вітродвигуна.

Для дослідження та моделювання лопатей обрано аеродинамічний симетричний профіль NASA 0015 без наявних вигинів, а максимальна товщина становитиме 15% довжини хорди лопаті. Дослідження надійності роботи та вибір оптимальних геометричних параметрів вітроустановки буде проведено у подальшій роботі.

Отже, розробка нових удосконалених конструкцій вітрогенераторів є важливим і актуальним завданням сьогодення. Запропонована корисна модель забезпечує самозапуск вітроенергетичної установки без стороннього джерела енергії, оскільки на початку руху вона працює в режимі лопатевого вітродвигуна, який має значний пусковий момент. Перехід вітроенергетичної установки в режим роботи ротора Дар'є відбувається за малий проміжок часу, що дозволяє отримати максимальну величину коефіцієнта використання енергії вітру та збільшити потужність вітроенергетичної установки. Дана конструкція вітроустановки забезпечує досить високий коефіцієнт використання енергії вітру, має високу потужність виробленої електроенергії та є відносно мало матеріалоємною.

Особливо актуальними є використання таких вітроенергетичних установок для освітлення вулиць, туристичних кемпінгів, окремих фермерських господарств, чи в деяких інших районах, куди утруднена подача енергії в інших формах, і де потреби в енергії відносно невеликі.

1. Пат. України № 154153, F03D 3/00, 2023, Бюл. № 41.
2. Довідник авіаційних профілів. URL: <https://urlc.net/uUK1> (дата звернення: 15.10.2023).

УДК 656.073

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ

Олена Судук, Владислав Ткач

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

В умовах жорсткої конкуренції серед автотранспортних підприємств стає важливим впроваджувати нові стратегії управління продуктами та якістю наданих послуг. Низький рівень якості транспортного обслуговування перевізників та обмежена розвиненість транспортно-логістичної інфраструктури свідчать про відсутність досконалих підходів до керування транспортними послугами у сучасних умовах.

У контексті швидкого розвитку транспортно-логістичних послуг, дослідження транснаціональних перевезень вантажів розглядаються в роботах різних авторів, включаючи А.І. Воркута, Т.А. Воркут, В.А. Рача, Г.С. Прокудіна, Ю.М. Цвєтова, В.Л. Диканя, К.В. Кошкіна, А.М. Новікової та ін.

Практично всі автомобільні магістралі в Україні проходять через населені пункти, і це не відповідає стандартам якості магістральних маршрутів міжнародного транспортного коридору. Крім того, дороги України не відповідають європейським стандартам за різними параметрами, такими як безпека руху, швидкість перевезення вантажів, навантаження на вісь, сучасна інфраструктура доріг, доступність технічних служб, заправних станцій і інші аспекти. Зазначені проблеми, в основному, пов'язані з відсутністю систематичного контролю на кордонах, високими витратами на надання послуг, повільними термінами доставки вантажів, юридичною нестабільністю та відсутністю комплексного обслуговування перевізників в рамках транспортного коридору.

Критеріями вибору оптимального маршруту в мережі міжнародного транспортного коридору є якість наданих послуг. Основні показники, які характеризують якість транспортних послуг, включають пропускну здатність коридору, безпеку та надійність перевезень, вартість перевезень, терміни доставки, регулярність вантажопотоків, забезпечення зберігання вантажів під час транспортування та швидкість проходження маршруту. Забезпечення всіх цих критеріїв сприяє підвищенню попиту на перевезення завдяки покращенню якості транспортних послуг.

Україна має розвинуту мережу автодоріг, проте їх транспортно-транзитні можливості використовуються менше, ніж на половину їхнього потенціалу. Незважаючи на загальну наявність мережі доріг, в Україні поки що досить обмежена кількість автошляхів вищих категорій (приблизно 1% першої категорії та 8% другої категорії). Середня категорія автодоріг в Україні становить 3,73, що вказує на економічне значення автомобільних доріг у загальній транспортній мережі та інтенсивність руху на них [1].

Це свідчить про переважання шляхів з низькою пропускну здатністю та нерозвинутим сервісом. Слід зазначити, що середня швидкість руху на дорогах України у 2–3 рази нижча, ніж у західноєвропейських країнах [2].

У результаті цього, частка транспортних витрат у собівартості продукції стає надто великою. Було встановлено, що на кожному міжнародному транспортному коридорі (МТК) в Україні існують обмежуючі ділянки, де пропускну здатність значно менша, ніж в середньому на всьому МТК [3]. Зазвичай це непросвічені ділянки доріг, окремі тунелі та шляхопроводи, які перебувають у незадовільному технічному стані.

Відповідно до досвіду, який існує в Європі, прискорення вантажних перевезень автомобільним транспортом полягає у скороченні часу очікування вантажних

автотранспортних засобів на прикордонних переходах. На жаль, в Україні наразі ці можливості не використовуються належним чином. Завдяки проблемам з інфраструктурою та обмеженим можливостям доступу до інформації, час очікування транспортних засобів на прикордонних пунктах становить 40% від загального часу, витраченого на міжнародні перевезення вантажів. Автомобільний транспорт складає лише 22% від загального ринку вантажних перевезень у міжнародному сполученні. Тому для розвитку вантажних перевезень в Україні необхідно покращити якість транспортних послуг на маршрутах транспортних коридорів [4].

Основна мета цієї політики полягає у формуванні єдиного ринку транспортних послуг та у підвищенні ефективності функціонування автотранспортних підприємств. Також вона спрямована на підвищення безпеки та надійності міжнародних перевезень, а також на створення комфортних умов для роботи міжнародних перевізників. Ці самі аспекти також є важливими для підвищення продуктивності роботи пунктів перетину державних кордонів, оскільки вони сприяють установленню основних критеріїв у проектах розвитку міжнародних транспортних коридорів. Для досягнення цієї мети необхідно створювати нові інформаційні та дорадчі сервіси або вдосконалювати існуючі, зокрема, за допомогою впровадження інноваційних ІТ-технологій.

Наразі для оптимізації маршрутів перевезення вантажів використовують GPS – різні свого роду навігаційні системи, які не враховують більшість критеріїв при прокладанні маршрутів. Проаналізувавши їх, було виявлено що наявні сервіси мають ряд обмежень, зокрема, недостатній функціонал, здебільшого вони призначені для легкового транспорту без врахування вантажних заборон та рекомендацій для великовагових транспортних засобів. Основною проблемою є те, що у більшості країн вже наявна або ж вводиться оплата за рух автомобільним транспортом на окремих транспортних магістралях (платні автомобільні дороги, тунелі, мости). Інформацію про такі проїзди з оплатою (як оплатити, де це зробити, за яким тарифом та по якій ціні) досить складно знайти на інтернет-ресурсах. Витрати часу на прокладання різноманітних маршрутів при подорожах є досить відчутними, через те, що все це виконується вручну. Відсутні онлайн-інструменти, де можна було б задавши параметри відправлення від точки А в точку Б, отримати рекомендації щодо оптимальних маршрутів з фіксованими критеріями якості перевезення вантажів або людей (ціна, час, завантаженість доріг, безпека руху, кількість автотранспортних засобів на прикордонних переходах, регулярність вантажопотоків, СТО та ін.).

Оптимальним критерієм, що сьогодні обумовлює вибір маршруту для водіїв є собівартість поїздки. У всіх країн ЄС і не тільки задекларовані відповідні транспортні збори, це може бути плата за кількість днів перебування або проїзду через країну, так звана «віньєтка», плата за окремих відрізок дороги, через який проїжджає автомобіль, плата за проїзд через міст або тунель, плата за паромні переправи, якщо вони є за маршрутом. Також на собівартість подорожі особливо для автомобілів, що виконують великовагові транспортні перевезення, впливає витрата палива вантажним автомобілем за кожен пройдений кілометр. Так, якщо витрати дизельного палива для легкового автомобіля в середньому складають від 5 до 10 л на 100 км, то для великовагового автомобіля – 28–40 л за середньою шкалою. Якщо транспортна магістраль пролягає через гористу місцевість, розхід палива набагато більший, порівняно з рівною дорогою, тому витрати палива для завантаженого транспортного засобу на значних підйомах можуть сягати 45–50 л на 100 км.

Наразі побудовами маршрутів вантажних великовагових перевезень займаються відповідні фахівці – логісти, диспетчери чи експедитори. Якщо ж мова йде про звичайний легковий транспорт, то ці питання сьогодні взагалі не вирішуються. Тому водії, які здійснюють подорож, можуть бути здивовані під час поїздки непередбачуваними витратами. Логісти, що займаються розробкою маршрутів, повинні бути досвідченими та володіти достовірною інформацією щодо стану автомобільних доріг, можливостей, комфортності та вартості проїзду у різних країнах, якими курсує їхній транспорт. Через це сьогодні в

транспортній галузі існує високий попит на таких фахівців, що потребують значного часового ресурсу для розробки та узгодження відповідних маршрутів.

Зниження витрат та поліпшення умов транспортних перевезень досягається за рахунок координації фізичного розподілу й управління матеріальними ресурсами за рахунок нормування комплексу операцій з урахуванням оптимізації витрат часу, трудових, фінансових, енергетичних і матеріальних ресурсів. Для цього важливим є створення інформаційно-дорадчого сервісу «ChoiceRoute», що оптимізуватиме маршрути для перевезень за різними критеріями швидкості, якості, вартості та безпеки руху. Сервіс також враховуватиме сучасну інфраструктуру доріг, доступність технічних служб, заправних станцій, терміни доставки, регулярність вантажопотоків, забезпечення зберігання вантажів під час транспортування та інші аспекти. Оптимізація маршрутів буде відбуватися як мінімум за двома критеріями. Впровадження інноваційного продукту «ChoiceRoute» дасть можливість юридичним і фізичним особам, які займаються перевезеннями або просто подорожують, оптимізувати всі вхідні та вихідні ресурси, бачити де знаходиться автомобіль, та кудю він рухався перед цим, в режимі онлайн встановлювати прохідні точки, через які повинен буде проїхати водій транспортного засобу.

Онлайн-інструмент матиме широкий функціонал, зручний дизайн, буде адаптований до різних операційних систем. За допомогою сервісу, подорож буде ефективною, швидкою, та економною. При плануванні маршруту, сервіс буде враховувати всі відповідні заборони руху, які діють для авто. Наприклад, у деяких розвинених країнах світу є заборона руху автомобілів зі шкідливими викидами. Отже, рух дозволений тільки екологічному транспорту. «ChoiceRoute» це враховуватиме при побудові маршруту. Для вантажних ТЗ будуть враховуватись вагові обмеження, обмеження за габаритами та обмеження для АДР вантажів. Після того як будуть вказані точки А та Б, і вибрано тип маршруту, його можна буде імпортувати у вже наявні GPS системи, такі як «GOOGLE MAPS», «ТОМ-ТОМ» або інші застосунки. В подальшому можливо створити свою власну навігаційну систему для вантажного та легкового транспорту.

Якщо підвести підсумки, то сьогодні в Україні виникає кілька ключових проблем, які включають у себе розвиток логістичної інфраструктури, відповідність логістичних функцій і операцій міжнародним стандартам і нормам. Використовуючи досвід провідних країн в галузі якості та ефективності транспортних перевезень і спираючись на міжнародні стандарти, Україна може підвищити конкурентоспроможність своєї продукції на світовому ринку. З огляду на внутрішній ринок і загальну економіку, впровадження інформаційно-логістичних технологій, зокрема, інноваційного проєкту «ChoiceRoute», вплине на рівень співпраці між клієнтом і постачальником послуг, підвищить ефективність транспортних перевезень, сприятиме розвитку автотранспортних підприємств та сприяє економіці держави.

1. Про автомобільні дороги : Закон від 08.09.2005 р. № 2862-IV. Верховна Рада України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2862-15>. (дата звернення: 15.10.2023).

2. Кунда Н. Т., Федорчук В. В. Оцінка впливу міжнародних транспортних коридорів на розвиток транзитних зв'язків та економіки України. *Матер. LXIII наук.-практ. конф. науково-педагогічних працівників, аспірантів, студентів та структурних підрозділів НТУ*, 14–16 травн. 2017 р. / М-во освіти і науки України, національний транспортний університет. Київ : НТУ, 2017. С. 158–162.

3. Федорчук В. В. Теоретичні підходи до оцінювання якості функціонування міжнародних транспортних коридорів. *Вісник СХУ ім. Даля*. 2020. № 4 (146). Ч. 1. С. 157–161.

4. Новікова А. М. Соціально-економічна ефективність розвитку мережі міжнародних транспортних коридорів. *Зб. доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції*. Київ : Міністерство транспорту та зв'язку України, 2018. С. 90–97.

УДК 621.793

ОСОБЛИВОСТІ ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ НЕРІВНОЇ ТОВЩИНИ

Богдан Тітов, Олександр Тіхонов

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

Точкове зварювання деталей нерівної товщини широко застосовується при виробництві сільськогосподарської техніки [1–6]. Для цієї мети застосовуються як спеціалізовані машини (МТК-75, МТК-40, МТР-1 і інш.), так і машини загального призначення (МТП, РЛ, МТПУ, МТ і ін.). У даній роботі розглядається зварювання деталей нерівної товщини на машинах загального призначення із застосуванням електродів з кільцевими обтискачами.

При зварюванні вузлів з деталей нерівної товщини внаслідок різної інтенсивності виділення й відводу тепла лите ядро звареної точки розташовується несиметрично стосовно поверхні деталей (рисунок).

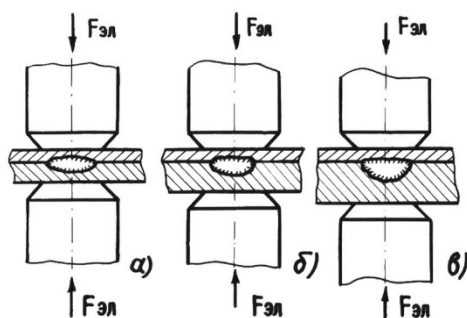


*Рисунок. Зсув ядра зварної точки при зварюванні деталей нерівної товщини:
а) при співвідношенні товщин 1:2;
б) при співвідношенні товщин 1:3;
в) при співвідношенні товщин 1:4*

При точковому зварюванні звичайними електродами однакової форми й розмірів більша частина ядра зварної точки розташовується в більш товстій деталі, чим більше різниця в товщині деталей, що зварюються, тим більше зміщується ядро зварної точки в більш товстий деталь (рисунок, б), тому що тонка деталь охолоджується електродами значно інтенсивніше товстої.

При значній різниці в товщині деталей, що зварюються, умови охолодження можуть бути настільки різними, що лите ядро повністю розташовується тільки в товстій деталі й з'єднання стає ненадійним (рисунок, в) або його зовсім не відбувається.

Збільшення струму або тривалості імпульсу для зменшення впливу інтенсивного охолодження тонкої деталі приводить до глибокого проплавлення тонкої деталі, виплеску, утворенню глибокої вм'ятини й жолобленню тонкої деталі, але не дає міцного з'єднання.

При доборі параметрів режиму зварювання міцних з'єднань деталей нерівної товщини звичайними електродами керуються наступними правилами:

А) застосовують жорсткі режими з можливо більш короткочасним нагріванням і роблять зварювання переважно на машинах з накопиченням енергії в конденсаторах або магнітнім полі;

Б) з боку тонкої деталі встановлюють електрод з меншою контактною поверхнею, чим з боку товстої деталі;

В) параметри режиму вибирають із орієнтуванням по більш тонкій деталі.

Виконання перших двох вимог сприяють нагріванню більш тонкої деталі й більш інтенсивному охолодженню товстої деталі; при цьому рівномірно проплавляються обидві деталі. При застосуванні електродів з торцем сферичної форми слід встановлювати з боку більш товстої деталі електрод з більшим радіусом сфери.

Дотримання цих вимог, залежить від властивостей деталей, що зварюються, і технологічних умов. Так, якщо конструкція деталей, що зварюються, вимагає застосування фігурних електродів, то сферична форма торців електродів не завжди застосовується. При зварюванні на жорстких режимах і малому тиску електродів у деталях, що зварюються, внаслідок високої швидкості затвердіння при різкій охолодженні можуть з'явитися зовнішні й внутрішні тріщини й пористість. Крім того, малий тиск часто виникає підгоряння електродів, місцеве проплавлення деталей виплеск металу. Застосування електродів з дуже малою контактною поверхнею значно зменшує відвід тепла від тонкої деталі, але одночасно приводить до утворення зварної точки з ядром малого діаметра, глибокою вм'ятиною й, отже, з невисокою міцністю.

Ці причини затрудняють вибір надійних режимів зварювання при великій різниці в товщині деталей, що зварюються, у тих випадках метал, що зварюється, має високу теплопровідність або коли товщина більш тонкої деталі мала (0,3–0,5 мм).

Особливо скрутний вибір режиму зварювання, коли за умовами роботи зварної деталі допускається тільки незначна вм'ятина або потрібна гладка поверхня зовнішньої сторони тонкої деталі.

Для досягнення більш надійних результатів зварювання як додаткових заходів для зменшення відводу тепла від тонкої деталі й одержання більш глибокого проплавлення її користуються наступними правилами:

А) з боку тонкої деталі застосовують електрод з більш низькою теплопровідністю (наприклад, електрод із вставкою з вольфраму), чим з боку товстої деталі;

Б) між електродом і тонкою деталлю поміщають додаткову прокладку-екран товщиною 0,2–0,3 мм із металу, подібного з металом деталей, що зварюються;

В) для зварювання матеріалів з відносно низькою температурою плавлення й високою теплопровідністю застосовують додаткові прокладки з більш тугоплавких і менш теплопровідних матеріалів. Однак у цих випадках застосування прокладок викликає перегрів поверхневих шарів деталей, вихід литого ядра на поверхню, втрату геометричності й знижену міцність звареного з'єднання:

Г) у тонкій деталі попередньо видавлюють виступи (рельєфи).

Із цього випливає, що точкове зварювання деталей нерівної товщини звичайними електродами представляє досить складний технологічний процес і не може бути здійснена без спеціальних правил. Застосуванням електродів з кільцевим обтискачами це завдання в багатьох випадках успішно виконується.

1. Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Тітов Б. В. Експериментальні дослідження статичної міцності й стабільності точкових зварних з'єднань. *Крамаровські читання* : зб. тез доповідей Х Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди 116-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906–1987) 23–24 лют. 2023 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К. : Видавничий центр НУБіП України, 2023. С. 403–405.

2. Тіхонов О. В., Тітов Б. В. Вибір матеріалу для виготовлення електродів з кільцевими обтискачами для контактного зварювання. *МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В ХХІ СТОЛІТТІ* : ХІХ-й Міжнародний форум молоді : зб. матеріалів форуму. Харків : ДБТУ, 2023. С. 134.

3. Любич О. Й., Будник А. Ф. Фізичні основи поновлення деталей. Суми : Сумський державний університет, 2013. 243 с.

4. Биковський О. Г., Лутов Д. М., Пінковський І. В. Технологія та обладнання електричного контактного зварювання. Київ : Техніка, 2001. 240 с.

5. Пахаренко В. А. Зварювання тиском. Київ : «Екотехнологія», 2011. 272 с.

6. Лебедь О. А., Тіхонов О. В. Дослідження міцності точкових зварних з'єднань, виконаних звичайними і електродами з обтисканням. *Молодёжь и сельскохозяйственная техника в ХХІ веке* : ХІІІ-й Міжнародний форум молодёжи. Харьков, 2017. С. 117.

УДК 621.77

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБКИ МЕТОДОМ ВІБРОУДАРНОГО ПЛАСТИЧНОГО ЗМІЦНЕННЯ НА КІЛЬКІСТЬ ВИСТУПІВ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ

Арсеній Трофимов, Іван Рибалко

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

Відносне розташування відбитків досить добре вивчене й може бути визначене на основі кінематичного аналізу взаємного переміщення оброблюваної деталі й інструмента [1; 2]. Відносне розташування відбитків при обробці методом віброударного пластичного зміцнення (ВПЗ) регламентується кроком відбитків. Залежно від співвідношення кроку t і діаметра d відбитків розглядаються три основні типи мікрорельєфів поверхонь: з локальними відбитками ($t > d$), з дотичними відбитками ($t = d$) і із взаємним перекриттям відбитків ($t < d$). Основні типи мікрорельєфів поверхонь, що залежать від відносного розташування відбитків, показані на рисунку.

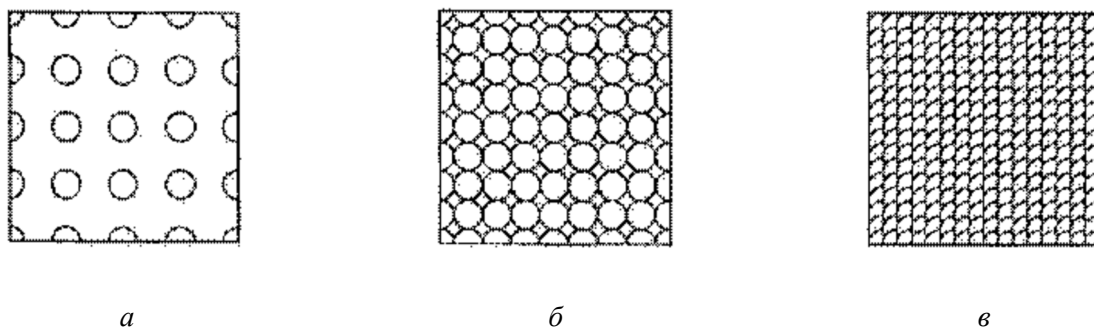


Рисунок. Розташування відбитків: а – локальні відбитки ($t > d$, $t = d_{\text{деф}}$); б – дотичні відбитки ($t = d$); в – взаємне перекриття відбитків ($t < d$, $t = 0,5d$)

Кількість плям контакту є важливою характеристикою мікрорельєфу, що виявляє безпосередній вплив на зносостійкість обробленої поверхні. Можливість зміни числа мікровиступів на одиниці довжини або площі при обробці різанням або тиском у цей час незначна. Наприклад, точність забезпечення заданого кількості мікровиступів при шабруванні поверхонь досягає 30–40% від заданого їхнього числа, а по висоті мікронерівностей може змінюватися в межах цілого класу шорсткості [3].

При експериментальнім дослідженні ВПЗ вимір числа плям контакту виконувався на зразках із трьома різними типами мікрорельєфу в такий спосіб: на білому папері за допомогою гумових валиків і копіювального паперу робилися відбитки зі зразків. Для зручності підрахунку на папері з відбитками будувався паралелограм таких розмірів, щоб усередині нього було не менш 35 повних плям. Тоді експериментальне число плям, що доводяться на майданчик площею A , визначається за формулою:

$$k_{\text{вист}}^A = \frac{Am}{aH}, \quad (1)$$

де m – число повних плям усередині паралелограма;

a , H – відповідно сторона паралелограма й висота нормалі проведеної до цієї сторони, мм.

Кількість виступів на одиниці площі:

$$k_{\text{вист}}^A = A\rho_{\text{вист}}, \quad (2)$$

де $\rho_{\text{вист}}$ – щільність виступів, $1/\text{мм}^2$;

A – задана площа, мм^2 .

Щільність виступів:

$$\rho_{вист} = \frac{k_{вист}}{A_{заг}}, \quad (3)$$

де $k_{вист}$ – загальна кількість виступів;

$A_{заг}$ – загальна площа обробленої поверхні, мм².

Загальна кількість виступів:

$$K_{вист} = Z(N-1), \quad (4)$$

де N – число обертів оброблюваної деталі.

Загальна площа обробленої поверхні:

$$A_{заг} = SL(N-1), \quad (5)$$

де d – діаметр відбитка, мм.

Таблиця

Результати теоретичних і експериментальних досліджень з визначення числа виступів на одиниці площі при $A_{заг} = 1256 \text{ мм}^2$ ($D = 20 \text{ мм}$, $l = 20 \text{ мм}$)

Тип мікрорельєфу	Крок відбитків t , мкм	Задана площа A , мм ²	Кількість виступів на одиниці площі, мкм		Відносна похибка $\delta\Delta D$, %
			експеримент	розрахункове	
			$k_{вист\ e}^A$	$k_{вист\ розр}^A$	
Локальні відбитки	3,1	10x10	9	8,8	2,3
		15x15	20,5	19,8	3,5
		20x20	36,5	32,5	3,4
Дотичні відбитки	1,5	10x10	41	40,8	0,3
		15x15	93	91,8	1,5
		20x20	165,5	163,2	1,4
Взаємне перекриття відбитків	0,75	10x10	106	103,5	2,4
		15x15	237	232,8	1,8
		20x20	418	414	1,0

З таблиці випливає, що незалежно від типу мікрорельєфу точність теоретичних розрахунків числа плям контакту досить висока.

Аналіз даних таблиці і залежностей показує, що кількість виступів [4–7] на зразках одного діаметра при незмінному діаметрі сферичного індентора, енергії й частоті ударів тим більше, чим менше крок відбитків, а, отже, частота обертання й подача. Таким чином, підтверджується припущення про те, що методом ВПЗ можна створювати поверхні із заданим числом плям контакту на одиниці площі, змінюючи їх кількість у більших межах.

1. Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. М. : Мир, 1972. 408 с.
2. Шнейдер Ю. Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. Л. : Машиностроение, 1972. 230 с.
3. Суслов А. Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. М., 2000. 318 с.
4. Трофимов А. А., Рибалко І. М. Вплив параметрів обробки на величину мікрорельєфу. *Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті : ХІХ-й Міжнародний форум молоді : збірка матеріалів форуму*. Харків : ДБТУ, 2023. С. 151.
5. Кирилович В. А., Мельничук П. П., Яновський В. А. Основы технологий обработки поверхностей деталей машин : учебник / за ред. В. А. Кириловича. Житомир : Видавець О.О. Євенок, 2017. 266 с.
6. Матвийчук В. А., Алиев И. С., Совершенствование процессов локальной ротационной обработки давлением на основе анализа деформируемости металлов : монография. Краматорск : ДГМА, 2009. 268 с.
7. Титов В. А., Никитенко В. А., Титов А. В., Пливал А. А., Лавриненков А. Д. Особенности алмазного шлифования сплава ВТ22 с дополнительным ультразвуковым воздействием на инструмент. *Обработка материалов давлением*. 2009. № 56. С. 140–147.

UDC 656.13

THE NEED FOR THE COEFFICIENT TRANSIT POTENTIAL IN UKRAINE

by **Valentyna Puzikova**
Leibniz University, Hannover

Ukraine's role in the whole system of international transport and transport routes objectively goes far beyond its own interests due to its gravitation toward the geographical center of Europe. Transport is fundamental to supporting Ukraine's economic growth and it is dependent on efficient cargo transportation, particularly on the transit potential. Globalization of the economy contributes to the development of the transit potential of Ukraine. The development of the transit potential of Ukraine should be a policy of its sustainable economic growth. There are huge discussions about it and possible ways for its improvement. However, for this moment, a key issue is the absence of forming at the national level an indicator (coefficient) for transit potential. The purpose of this article is drawing attention to this issue to bring this issue to the national level.

Logistics concerns how efficiently countries can move goods across and within borders. "Logistics are the backbone of global trade", notes Caroline Freund, Director, Macroeconomics, and Trade & Investment Global Practice at the World Bank Group. „As supply chains become more globally dispersed, the quality of a country's logistics services can determine whether or not it can participate in the global economy" (From Parts to Products: Why Trade Logistics Matter, 2018).

In accordance with the plan and methodological provisions on the organization of state statistics, observations regarding the activities of land, water, aviation and main pipeline types of transport¹. Information about the operational length of railway tracks (taking into account temporarily occupied territories), the volume of transported goods by railway transport in the section of railways, the branching of railway tracks and combination with other types of transport, the **transit potential by types of transport**, and the number and main indicators of transport activity hubs is not being collected in Ukraine².

Considering the above information, is that the absence of this information, in particular, a transit indicator at the national level, is an issue more political than economic in nature.

It is important for the development of the transit potential to establish in Ukraine a transit indicator (TI), because the volume of transit is an indicator of the development of the transport infrastructure, legal regulation and competitiveness of the national economy as a whole.

The development of the transit potential through Ukraine will contribute Ukraine to become part of the integrated system of global international transport corridors bypassing Russia and an efficient partner offering transit resources to this integrated community.

The term "transit potential of transport systems" entered science from practice and became interesting for scientists due to growing international transport. International transit — movement through the territory of the region between two customs points of a country's customs borders of goods, belonging to the third countries under the control of the military authorities without payment of customs duties, taxes and without using of state economic policy measures to these goods. Transit potential as an economic category not only characterizes the country's ability to ensure international transportation through its territory, but also to this is its basis of complex development.

¹located on the official website State Statistics Service (www.ukrstat.gov.ua) in the section «Methodology and classifiers» / «Statistical methodology»/ «Economic statistics» / «Economic activity» / «Transport» (available at link: https://ukrstat.gov.ua/metod_polog/menu/menu_/2ed_tran.htm)

²The answer from Ukraine's State Statistics Service on the Puzikova's request, 2022.

The substantive essence of the concept of transit potential has not been investigated sufficiently to date. Theoretical justifications of the transit potential are insufficient, and research is mainly applied and based on traditional approaches to defining the concept of "potential" as an economic category with the results of certain transit-related features (Transit Potential of Ukraine as an element of national security, 2014).

Many authors have dealt with this topic (see e.g. Filipenko et al., 2013, Minina, 2010, Zvarych, 2014, Tolstova, 2009, Pasichnik et. al, 2016). Rather, until this time, Ukraine does not have such an indicator, which is why this article discusses the importance to develop a transit indicator for to develop the transit potential for Ukraine's future economic development.

Transit and international transportation – hat is the difference?

Before we try analyzing the process of forming the transit indicator, it is important to understand the difference between transit and international transportation, which both begin abroad. The important question is how to distinguish where is the transit and where is the international transportation? The answer is in which customs regime the goods are being transported and what tax regime is applied.

Article 1 of Law on Transit (1172-XIV, Valid edition 01.01.2022) states that cargo transit is the transportation by transit vehicles of transit cargo under customs control through the territory of Ukraine between two checkpoints or within one checkpoint across the state border of Ukraine.

At the same time, the cargo transit operation is executed by means of a consignment note also drawn up by international communication (Article 6 of the Law on Transit). That is, transit transportation is processed with the same documents as international transportation. The single difference between the two is the following: if transit transportation takes place, the documents must contain everything that the transportation takes place in the "transit" customs regime.

In order to understand the difference between these points, we can analyze the Tax Code of Ukraine. In accordance with the abz. "a" pp. 195.1.3 parag. 195.1 art. 195 of the Tax Code of Ukraine, operations on the international transportation of passengers, baggage and cargo by rail, road, sea, river and air transport are taxed at zero rate. According to clause 197.8 of art. 197 of the Tax Code of Ukraine, operations for the provision of services for the transportation (movement) of passengers and goods in transit through the customs territory of Ukraine, as well as operations for the provision of services related to such transportation (movement) are exempt from VAT. Taxation of transactions at zero rate (Article 195 of the Tax Code of Ukraine) differs from VAT exemption (Article 197 of the Tax Code of Ukraine) in that when performing transactions listed in Art. 197 of the Tax Code of Ukraine, the taxpayer does not have an object (operation) at all. These transactions are not taxed on the basis of economic essence, since they are not associated with the creation of added value. In practice, a significant difference between them is that in the first case the taxpayer is entitled to a tax credit, and in the second case, the taxpayer is not.

Services for the transit transportation of goods can be carried out exclusively through the territory of Ukraine between two points or within one checkpoint across the state border of Ukraine, that is, international transportation of goods within the customs territory of Ukraine is considered transit transportation. Such transactions are exempt from taxation.

The transportation of goods on the segment from the point of their departure (acceptance for transportation) outside the state border of Ukraine to the point (place) of their passage across the state border of Ukraine (customs clearance of the transit regime, the customs territory of Ukraine) and from the point (place) of their passage across the state border of Ukraine to the point of destination (delivery) outside the state border of Ukraine cannot be considered as transit transportation through the territory of Ukraine.

Given the advantages and disadvantages of both tax regimes, as well as the uncertainty of tax legislation, there are numerous disputes regarding the legality of the taxpayer's application of these regimes. That causes the following problems in forming transportation tariff, particular transit tariff. The task is to improve this whole system in order to achieve economic growth and develop easier, more transparent cooperation between Ukraine and other countries.

The important step, which help to regulate these and other challengers, is that Ukraine in October 2022 joined the Common Transit Convention and the Convention on the Simplification of Formalities in Trade in Goods. This is a step forward in Ukraine's pre-accession strategy and will greatly support the work on Solidarity Lines in order to facilitate food exports from Ukraine via different land routes and EU ports.

What could be an approach to calculating the transit indicator

Transit potential, from an economic point of view, is all possibilities of all types of transport to ensure the efficient international transportation (of goods) passing through the territory of the country from the departure point to the arrival point. An effective use of transport and transit potential, the competitive ability of the country, in particular the Ukrainian transport network, directly depends on such a component of competitiveness as transit capacity of Ukraine.

There are different sources for these approaches to calculate this indicator in science. The most relevant approach is the following. It consists in calculating the weighted average of the transit score, in which each type of transport operating on the territory of the country is assigned its own score according to a certain predetermined scale. The score depends on the relevance or demand, technical condition and capacity of the infrastructure of each mode of transport, which is weighed (multiplied) by this type of transport in the total volume of van turnover of the country (Analysis and evaluation of the efficiency of use transit potential of Ukrainian transport systems, 2016).

Based on this approach, this article proposes understand a performance index called Coefficient (Indicator) of Ukraine's Transit Potential (TPI) as a comprehensive measure for transit system of Ukraine.

According to the proposed indicator, the transit capacity of Ukraine can be determined based on quantity and quality characteristics, where

Quantity characteristics IQ1 are transport capacity systems: transport capacity infrastructures provide cargo transportation (bandwidth), processing capacity warehouse and distribution, transport and logistics centers and processing points, bandwidth border crossing points.

Quality IQ2 characteristics are consists of performance quality indicators for transport services on the international market for transport services.

To IQ2 we can attribute the following indicators: 1) service availability, which consists of service frequency and regularity, available transport infrastructure, range of services, service coverage and 2) service quality, which consists of quality and speed of the loading and uploading, service reliability and preservation, timeliness of transportation, organization of delivery using the technology "from door to doors".

Therefore, in the narrow sense, the indicator (coefficient) of the transit potential is the state of the development of the entire transport network and its infrastructure. In a broad sense, a weighted average cumulative indicator shows the possible volume of transit through the country, gives information about quantity, speed and quality of the entire transit transportation process, and is an indicator of the development of the transport infrastructure, legal regulation and the level of the competitiveness of the national economy.

It is important to calculate this coefficient (indicator) for different types of transport, which will provide an opportunity to clearly identify the bottlenecks of a specific type of transport and their interaction as well as to understand the possible concrete ways of improvement.

There is a comma between IQ1 and IQ2 since the sub-indicators have different units of measurement and orders of measurement. The methodology for calculating these indicators can be found in the Methodical Approach to the Calculation of the integral index of transit capacity of the country by Tolstova (2009).

However, from the point of view of the author, not enough attention is paid to the process of forming the technical way of the calculating this coefficient (indicator), that calculates the transit potential and capacity with its following establish at the national level. That is why it is important to develop this indicator and the method of its calculation. In a next step, it would be important that the indicator is taken up by the State Statistic Service and made mandatory in order to make detailed

technical-economic calculations of the transport proposition to other countries, to make economic prognoses to develop the transport sphere, and to decide on the question of forming transit tariff.

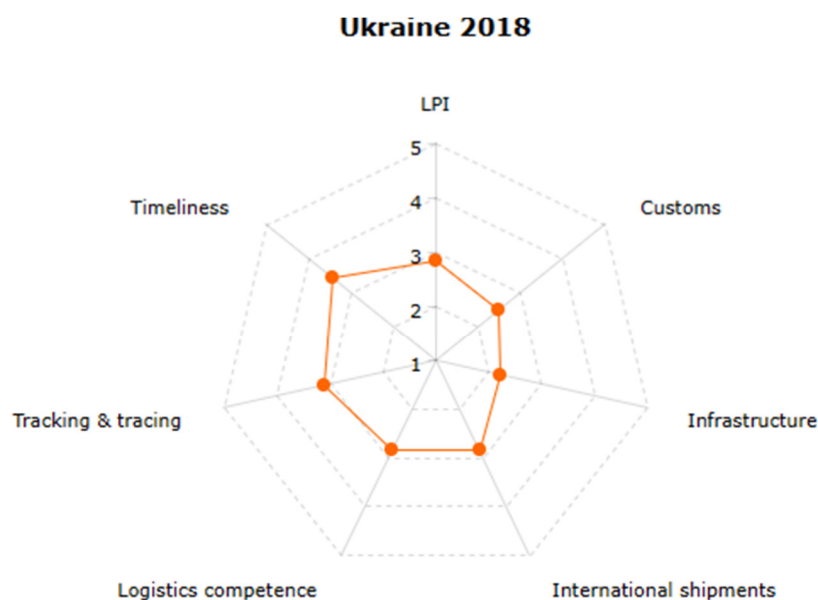
In addition, it is important to digitize the processes of increasing the transit rate (coefficient) and the country's transit processes in general.

The only concrete assessment of the proposed transit coefficient of Ukraine can be found in the data by the English Institute 'Rendel' (1998 Dzerkalotygnya -Ukrainian online publishment. No 9, p.8). According to these data, Ukraine holds one of the first places in Europe by transit indicator (the transit coefficient of Ukraine is 3.75 and that of Poland 2.92), but the degree of use of Ukraine's transport infrastructure is still quite low. Many scientists use this number in their articles, for instance, Ivanushko (2014) and Zvarych (2014).

The Transit Potential Indicator (TPI) and Logistics Performance Index of the World Bank (LPI score)

In order to understand the connection between TPI and LPI, we should understand the meaning and function of both indicators. The Transit Indicator was covered above and the Logistics Performance Index (LPI) will be covered below.

According to Wikipedia [13, 2022] and the homepage of the World Bank [11, 2022], Logistics Performance Index (LPI) is an interactive benchmarking tool created by the World Bank to help countries identify the challenges and opportunities they face in their performance on trade logistics and what they can do to improve their performance. It is the weighted average of the country scores on six key dimensions: the efficiency of the clearance process (i.e., speed, simplicity and predictability of formalities) by border control agencies, including customs, infrastructure quality, ease of arranging competitively priced shipments, competence and quality of logistics services, ability to track and trace consignments, and tracing and timeliness of shipments. The World Bank reported the LPI every two years from 2010 to 2018. LPI results have been used in many policy reports and documents prepared by multilateral organizations and findings from the index provide a worldwide general benchmark for the logistics industry and for logistics users.



Source: The World Bank Country Score Card: Ukraine 2018 | Logistics Performance Index (worldbank.org)

In 2018 Ukraine was placed on the 66 LPI rank and had a LPI score of 2.83, where as for example Poland, was placed on the 28 LPI rank and had a LPI score of 3.54.

For this moment, Ukraine has a strong motivation to integrate into European's transport structure.

The "Silk Road" – its Trans-Caspian aspect – can connect in Ukraine the Baltic-Black Sea transit routes, which run from Lithuania (Klaipeda) and Finland (Helsinki) to the ports of Odesa and Chornomorsk and further to the South, which will be profitable for every partner of this route (The way from the Vargangians to the Sky Empire, 2018). That is why the time is right time to change the approach of developing the transit potential of Ukraine. Therefore, if there is a real desire to increase the country's competitiveness by increasing transit transportation, it is not enough to just hold discussions about the big, but unrealized transit potential of Ukraine, but it is necessary to carefully and fundamentally study the state of affairs and start with basic concepts, in particular, the TPI.

Summing up, we can say that LPI is an external indicator, that gives an assessment of the logistics services of the state as a whole, and TPI gives an assessment from inside and should be more detailed. However, generally, the purpose of calculating these indicators is the same and is aimed at determining the potential of the transport system, its challenges, priorities and the best ways for optimizing transport processes.

In order to do it we can ask foreign partners and experts to help us. For example, one of the possible way of doing it is the following: The World Bank is a vital source of financial and technical assistance to developing countries around the world, including Ukraine. There is The World Bank Representative Office in Ukraine. According to the opinion of the author, we can formulate the question of forming the indicator of the transit potential in Ukraine at the national level and then ask the World Bank to help us with the methodology of its calculation according to international standards. In addition, in order to analyze the real situation of the transport economy and its potential possibilities we can invite on the national level international audit-companies and experts.

It will be a very useful experience for Ukraine, from the author's point of view, to use international methodology for developing and calculating the TPI, because it will overcome the diversity in the methodology and practical approaches between Ukrainian and international standards. For example, the quality of service is included in the transport market of developed countries in the following indicators: accepted tariff, delivery time, safety, reliability, cargo safety, door-to-door delivery and others. When transporting transit cargo through the Ukrainian transport system (in particular, railways), slightly different criteria are taken into account. They take into account the provision of their movement in a certain way through territories as well as communication with third countries. The difference between such groups transportation conflict in different approaches to their provision. In one case – this complete dependence on the Train Formation Plan, and otherwise - dependence on Tariff policy. These differences lead to a lack of transparency of transport policy and a decrease in the implementation of the transit potential. That is why using international standards in this question can identify clearly bottlenecks and shortcomings and help to find real ways to resolve the situation with increasing the transit potential.

Why it is important to develop the indicator (coefficient) of the transit potential of Ukraine

A country's transit capacity reflects the ability of the transport system to provide competitive transport services and to implement them qualitatively on the international market for transport services under conditions of constant growth, the efficiency of the use of transport resources, and the development of scientific and technical potential transport sphere.

Analysis and evaluation of the transit potential and transport infrastructure for the processing of cargo flows as a component of the concept of development of transit potential of the transport system is a rather urgent problem. Transport corridors provide the role of blood vessels in the world integration processes and determine the place of a state in the world in economic and politic terms. The main function of modern international transport corridors is the delivery of goods by the shortest route and as quickly and cheap as possible. That is why it is important to have all necessary data of the transportation and needs of customers in order to substantiate routes that would suit any cargo owners. Carrying out transit transportation is connected with the right choice of transit cargo routes. Selected transport corridors should ensure a high profit for both partners: transport company and

client. The assessment of the transit possibilities of Ukraine in the global economic space is an integral component for improving the functioning of the national economy.

Ukraine is a neighbor of the following countries: Poland, Slovakia, Hungary, Romania, Moldova, Russia, and Belarus. Therefore, nowadays it is appropriate to consider the assessment of transit opportunities of Ukraine and its neighbors and develop it to bypass Russia. About Belarus according to the influence and pressure from Russia to Belarus, it is the open question and needs international safety guaranties.

A clear understanding of the transit ratio and its components is important for increasing transit. Having a specific calculation of the proposed indicator, it is possible to form a strategy for the development of the transit potential, and not just declare a desire to increase transit transportation through Ukraine, and to receive a correspondingly higher profit from it. It is also important to constantly monitor all factors that influence the formation of transit: economic, political, legal, technological, technical and external (the state of transport infrastructure, the quality and cost of services in neighboring countries) and some markets of transiting products.

In the author's opinion, insufficient attention is paid to the detailed and specific path of development of transit in Ukraine in the existing documents, such as the National Transport Strategy of Ukraine until 2030, the Strategy of JSC Ukrzaliznytsia. Moreover, it can be the key opportunity for development in the transport policy.

In 2017 Ukraine was included in TEN-T project (the Trans-European Transport Network), that calculated until 2050 with the goal to create new transport system in the EU for the participation of which Ukraine has new possibilities to develop its transport system and harmonize Ukraine's transport infrastructure with European standards. In addition, the transport corridor TRACECA runs through the Caucasus, stretching from the Caspian Sea to the ports of Odessa and Chornomorsk. There is also the Trans-Caspian International Transport Route through Ukraine, bypassing Russia and this route is a part of the southern branch of the Silk Road. Therefore, there is a great demand for Ukraine's transit potential and the future of the country's transport system will depend on effective management. A problem arises in the fact that the competitiveness of Ukrainian transport remains low, because part of the transit flows bypass Ukraine, so there is a real threat of further loss of transit flows.

The client's needs are basic indicators for the formation of a clear client-oriented transport strategy and are clearly reflected in the constituent indicators of the country's transit. Therefore, painstaking and detailed work on the detailed component of this indicator, the search for ways to improve and increase this indicator should be the basis for the formation of a strategy for the development of the transport system of Ukraine and undoubtedly lead to a real increase in the volume of transit through Ukraine, and not merely declaratively.

As we know, there are no small things in anything and precisely on how much attention will be paid and how clearly each component of the transit potential indicator and this indicator as a whole will be understood will depend on the clear formation of the transit potential strategy at the national level and its future implementation.

Therefore, for the development and implementation of actions aimed to increase the efficiency of the use of the Ukrainian transport system further development of the theory of transit potential and form and the following establishment of the concept of the TPI has an important scientific and practical value.

Conclusions

The development of the transit potential of Ukraine should be a policy, based on concrete calculated and transparency data. The level of the implementation of transit capabilities has a positive effect on the profitability of the economy. Nevertheless, the analysis of the transit potential is impossible without a detailed calculation of the transit potential indicator with a parallel study of all the factors influencing its formation, and in the future, only based on specific figures and calculations, it is possible to implement a transport strategy. That is why it is important to develop and establish on the national level the indicator, which has been named the Transit Potential Indicator (TPI). This

indicator is a weighted average cumulative indicator showing the possible volume of transit through the country, gives information about quantity, speed and quality of all transit transportation process, and is an indicator of the development of the transport infrastructure, legal regulation and the level of the competitiveness of the national economy. The international support in this question is so important to harmonize the approach of the calculation and formation of this indicator. It is striking that there are many discussions about the transit potential and ways of its development for Ukraine, but the data used is 25 years data and was provided by an English Institute. From the view of the author, this situation is unacceptable and urgently needs to be changed.

1. Directorate-General for Taxation and Customs Union. 2022. Customs: Ukraine to join the Common Transit Convention and the Convention on the Simplification of Formalities in Trade in Goods on 1 October 2022. Taxation and Customs Union. Customs: Ukraine to join the Common Transit Convention and the Convention on the Simplification of Formalities in Trade in Goods on 1 October 2022 (europa.eu).
2. Feature Story. 2018. From Parts to Products: Why Trade Logistics Matter. From Parts to Products: Why Trade Logistics Matter (worldbank.org).
3. Filipenko A., Primachev M., Baryschnikova V. Tools and mechanisms of increase of the transit potential of the maritime regions of Ukraine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2013. Tools and mechanisms of increase of the transit potential of the maritime regions of Ukraine | Eastern-European Journal of Enterprise Technologies (uran.ua).
4. Ivanushko M., 2014. Study of the transit infrastructure of Ukraine. The Economy of Ukraine in the Conditions of globalization and reorganization. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/17166> (accessed: 15.10.2023).
5. Law on Transit (1172-XIV, Valid edition 01.01.2022), Verhovna Rada of Ukraine. URL: Протранзитвантажів | від 20.10.1999 № 1172-XIV (rada.gov.ua) (accessed: 15.10.2023).
6. Minina O. Features of implementation of transit potential of Ukraine at present stage. Scientific journal Ukrainian Society. 2010. Vol. 4 (35). P. 155–166. Features of implementation of transit potential of Ukraine at present stage - Ukrainian Society (ukr-socium.org.ua).
7. Pasichnik A., Klen O., Miroschnichenko C. Analysis and evaluation of the efficiency of use transit potential of Ukrainian transport systems. *Electromagnetic compatibility and safety in railway transport*. 2016. No12. P. 88–97. URL: 107470-Текст статті-227872-1-10-20170720.pdf (accessed: 15.10.2023).
8. The answer from Ukraine's State Statistics Service on the Puzikova's request. 2022. No. 15. 1.3-22/655Pi-22 dated 07.11.2022. лист 15_1_3_22_655Pi_22.pdf
9. The Tax Code of Ukraine, 2010 № 2755-VI (Valid edition 03.01.2023), Verhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17> (accessed: 15.10.2023).
10. Tolstova A. Methodical Approach to the Calculation of the integral index of transit capacity of the country. *Bulletin of the Economy of Transport and industry*. 2009. No. 28. URL: <4D6963726F736F667420576F7264202D20CFF0EEE1EBE5ECE820F2F0E0EDF1EFEEF0F2EDEEE3EE20EAECECEFE5EAF1F320D3EAF0E0BFED82E646F63> (kart.edu.ua) (accessed: 15.10.2023).
11. The World Bank. Home | Logistics Performance Index (worldbank.org).
12. Vikhrov M. The way from the Vargangians to the Sky Empire, 2018. Ukraine's week. Шлях із варяг у Піднебесну – Український тиждень (tyzhden.ua)
13. Wikipedia. Logistics Performance Index. *Logistics Performance Index* : Wikipedia.
14. Yevgen Solonyna. Economic audit of predecessors from Shmyhal and Zelenskyy: what it was? 2020. Radio Svoboda. "Economic audit" of predecessors from Shmyhal and Zelenskyy: what it was (radiosvoboda.org).
15. Zvarych R. Transit Potential of Ukraine as an element of national security. *Young Science*. 2014. No. 21. URL: Зварич Р.С.pdf (wunu.edu.ua) (дата звернення: 15.10.2023).

ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО РУХУ В МІСТАХ

Анжеліка Арабаджи

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

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

Організація транспортного руху – це система заходів і правил, спрямованих на ефективне та безпечне переміщення транспортних засобів та пасажирів на дорогах і вулицях міста [1]. Вона включає в себе планування і регулювання руху, забезпечення інфраструктури, контроль за безпекою дорожнього руху, розвиток громадського та приватного транспорту, а також впровадження інноваційних технологій для покращення міського транспорту.

Основною метою є зменшення заторів, покращення доступності громадського транспорту, зменшення викидів шкідливих речовин і забезпечення безпеки всіх учасників руху. В містах існує різноманітні типи транспорту, які використовуються для забезпечення мобільності мешканців та перевезення товарів.

Основні типи транспорту в містах включають:

1. Автомобілі. Особисті автомобілі є дуже поширеними в містах. Вони надають індивідуальну мобільність, але також призводять до транспортних заторів і забруднення повітря.

2. Громадський транспорт. Це включає в себе автобуси, тролейбуси, трамваї, метро, електричні та автобуси швидкісного транспорту. Громадський транспорт є важливим для забезпечення доступності для мешканців та зменшення автомобільних пробок.

3. Велосипеди. Велосипеди стають все популярнішим видом транспорту в містах, особливо для коротких поїздок. Розвиток велосипедних інфраструктур сприяє покращенню мобільності.

4. Пішоходи. Пересування пішком є найбільш природним способом руху для мешканців міст. Пішохідні зони та тротуари створюють безпечні умови для пішоходів.

5. Мотоцикли та скутери. Для коротких поїздок великі міста можуть використовувати мотоцикли та скутери, які дозволяють легко переміщатися в умовах міського руху.

6. Громадські вантажні перевезення. Для перевезення великих вантажів у містах використовуються громадські та приватні вантажні транспортні засоби.

Розвиток та інтеграція цих різних типів транспорту є важливою частиною організації транспортного руху в містах, сприяючи забезпеченню ефективності та сталого розвитку міського транспорту.

Інфраструктура та дорожня мережа є важливою складовою організації транспортного руху в містах. Ось докладніша інформація про ці аспекти:

а. Дорожня мережа: Дорожня мережа включає в себе дороги, вулиці, автостради та магістралі, які дозволяють автотранспорту пересуватися в межах міста. Вони повинні бути розроблені та підтримувані таким чином, щоб забезпечити безпеку руху, ефективність і мінімізувати транспортні затори.

б. Парковки. Достатні парковки важливі для мешканців та водіїв. Їх наявність допомагає уникнути незаконного паркування на вулицях і забезпечує зручність для власників автомобілів.

в. Інфраструктура для громадського транспорту. Міста повинні мати сучасну інфраструктуру для громадського транспорту, яка включає в себе зупинки, трамвайні лінії, метрополітени і швидкісний транспорт. Це сприяє зручності та доступності громадського транспорту.

г. Інфраструктура для велосипедистів та пішоходів. Розвиток інфраструктури для велосипедистів і пішоходів включає в себе створення велосипедних доріжок, тротуарів, пішохідних зон, мостів і підземних переходів. Це сприяє покращенню безпеки та мобільності цих учасників дорожнього руху [2].

д. Інтелектуальні системи. Для покращення управління транспортною інфраструктурою в містах використовуються інтелектуальні системи, включаючи світлофори, системи контролю руху і системи збору даних. Це допомагає оптимізувати рух, зменшити транспортні затори та покращити безпеку. Інфраструктура та дорожня мережа повинні бути проєктовані та підтримувані з урахуванням потреб міста та стратегій сталого розвитку, щоб забезпечити ефективний, безпечний і сталий транспортний рух в містах [3].

Регулювання руху та сигналізація грають важливу роль у забезпеченні безпеки та ефективності транспортного руху в містах. Світлофори – це важливий елемент регулювання руху в містах. Вони встановлюються на перехрестях і переходах для контролю руху автотранспорту, пішоходів та велосипедистів. Світлофори надають чіткі сигнали про те, коли рух дозволений, і коли потрібно зупинитися.

Щодо дорожніх знаків, то вони мають різні символи і попереджують водіїв про швидкість, заборони та інші правила дорожнього руху, а також грають важливу роль у наданні інформації та безпеці на дорозі.

Пішохідні та велосипедні переходи: Ці інфраструктурні об'єкти допомагають пішоходам і велосипедистам перетинаючи дорогу в безпечних місцях. Сигнальна смуга для пішоходів та піднятий тротуар для велосипедистів надають їм права на рух. А регульовані перехрестя використовуються для координації руху на перехрестях за допомогою світлофорів або стоп-ліній, які вказують водіям, коли можна рухатися або зупинитися. Люди відповідальні за регулювання дорожнього руху в містах, включаючи поліцейських та інспекторів дорожнього руху, допомагають в регулюванні руху, здійсненні перевірок безпеки та нагадуванні водіям про правила.

А також існують так звані системи моніторингу руху. Сучасні технології, такі як камери спостереження і системи збору даних, допомагають владі міста вести моніторинг дорожнього руху і вживати заходів щодо оптимізації руху та реагування на події на дорозі. Регулювання руху та сигналізація є необхідними для підтримки безпеки дорожнього руху, запобігання аваріям і зменшення транспортних заторів в містах. Ці заходи сприяють стабільному та безпечному транспортному русі у міському середовищі [2].

Зелена мобільність та сталий розвиток є ключовими аспектами організації транспортного руху в містах, і до них входять:

1. Зелена мобільність. Зелена мобільність визначається як використання транспортних засобів, які мають менший негативний вплив на довкілля. Це включає в себе використання транспорту на альтернативних джерелах енергії, таких як електромобілі, водневі авто та велосипеди. Зелена мобільність сприяє зменшенню викидів парникових газів і забрудненню повітря.

2. Відкрите публічне простір. Розвиток громадського транспорту та інфраструктури для велосипедистів і пішоходів допомагає створити більше відкритого простору в містах, який використовується для відпочинку, рекреації та підтримки здорового способу життя.

3. Зелена інфраструктура. Введення зеленої інфраструктури, такої як дерева, газони та паркові зони, в міському середовищі допомагає покращити якість повітря. Зелена інфраструктура також може служити амортизаторами для затримки дощової води та запобігання повеням.

4. Розумні транспортні системи. Використання розумних транспортних систем, які оптимізують рух транспорту та дозволяють пасажиром керувати маршрутами та графіками через мобільні додатки, сприяє більш ефективному використанню ресурсів та зменшенню транспортних заторів.

5. Використання громадського транспорту. Заохочення використання громадського транспорту і обмеження особистого автотранспорту може сприяти зменшенню негативного впливу на довкілля. Зелена мобільність та сталий розвиток важливі для зменшення негативного впливу транспорту на довкілля та покращення якості життя мешканців міст. Розвиток таких підходів сприяє сталому розвитку міст та створює більш здорове середовище для всіх [4].

Отже, організація транспортного руху в містах є складним завданням, яке вимагає уважного планування та інноваційних підходів. Сучасні міста стикаються з ростом населення, збільшенням автотранспорту та транспортними заторами, а також з питаннями щодо сталого розвитку та збереження навколишнього середовища. Для ефективної організації транспортного руху в містах необхідно поєднати різні види транспорту, створити інфраструктуру для громадського транспорту, велосипедистів та пішоходів, використовувати інтелектуальні системи та регулювати рух на дорогах. Зелена мобільність та сталий розвиток стають все важливішими принципами при розвитку транспортної системи міст. Вони сприяють зменшенню негативного впливу транспорту на довкілля та забезпечують більшу якість життя мешканців. Забезпечення безпеки на дорогах, зменшення заторів, покращення доступності та розумне використання ресурсів – це основні виклики, які міста повинні вирішити в організації транспортного руху. Важливо продовжувати дослідження та розвиток інноваційних рішень для транспортних систем міст з метою створення сталого та ефективного міського транспорту.

1. Про дорожній рух та його безпеку : Закон України. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/JH40000A> (дата звернення: 15.10.2023).
2. Характеристики різних видів транспорту. *Платформа розвитку міст* : вебсайт. URL: <http://urbanua.org/ideyi-i-proekty/konserciyi-i-strategiyi/171> (дата звернення: 15.10.2023).
3. Ткаченко Н. Ю. Транспортна інфраструктура: сутність, функції та роль у забезпеченні економічних процесів. *Вісник ДонДУЕТ. Сер. Економічні науки*. 2006. № 4 (32). С. 56–61.
4. Шестак О. І. Виробнича інфраструктура: суть, класифікація, специфічні риси у нових умовах господарювання. *Продуктивні сили і регіональна економіка* : зб. наук. пр. Київ : РВПС України НАН України, 2003. С. 190–196.

УДК 656.073.28

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ АСПЕКТІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ У МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

Андрій Богдан

*Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43000*

Сьогодні ринки і споживачі висувають все більше вимог до якості товарів і продуктів, в тому числі швидкопсувних. Серед усіх продуктів і предметів, що відправляються, швидкопсувні товари є одними з найбільш поширених товарів у світі. Швидкопсувні вантажі – це досить велика категорія продуктів, які при перевезенні потребують спеціального дотримання температурного режиму та необхідного рівня вологості. До швидкопсувних вантажів відносять:

- продукти, що мають тваринне походження: м'ясо птиці та тварин, морепродукти і риба, ікра, яйця;
- продукти, що мають рослинне походження: ягоди, фрукти, овочі, плоди цитрусових;
- продукти переробки: консерви, ковбасні вироби, м'ясопродукти, молочні продукти, сири, жири, масла, заморожені овочі і фрукти;
- насіння, бульби, квіти, саджанці, живі рослини;
- живий рибопосадковий матеріал: мальки і жива ікра;
- медичні препарати: вакцини, сироватки, біологічні препарати і т.д. [1].

Для кожної групи продуктів, а іноді й для кожного окремого продукту, існують суворо визначені державними, регіональними чи технологічними документами вимоги до перевезень [2]. Тому, щоб забезпечити якість товарів під час транспортування, кожен перевізник і виробник повинен знати, як найкраще транспортувати ці швидкопсувні товари. Зокрема, транспортування швидкопсувних товарів є складним процесом і вимагає більш дбайливого поводження з фруктами, овочами, м'ясом і рибою, щоб зберегти їх ідеальний стан.

Перевезення швидкопсувних вантажів дуже складний і відповідальний процес. Тому що вантаж повинен бути збережений в цілості й схоронності. Також варто відзначити, що існують досить жорсткі часові обмеження для такого перевезення. Оскільки термін придатності продукту обчислюється з моменту його виготовлення, існують досить жорсткі часові обмеження, оскільки чим довше триває процес перевезення, тим коротший термін придатності. Важливо вибрати правильний тип транспортного засобу.

Для перевезення швидкопсувних вантажів використовують спеціалізовані транспортні засоби, конструкція яких дозволяє підтримувати потрібну температуру. Такі транспортні засоби поділяють на:

- ізотерічні: цей тип транспортного засобу має ізолюючі двері, стіни, підлогу та стелю, які контролюють теплообмін між зовнішньою та внутрішньою частинами транспортного засобу. В основному вони використовуються для перевезень на невеликі відстані;
- рефрижератори: обладнаний морозильною установкою, яка може мінімізувати внутрішню температуру та підтримувати її при середній зовнішній температурі від 30°C до -20°C. Розміщення в рефрижераторному контейнері проводиться згідно з принципами товарного сусідства. Якщо, скажімо, розмістити поруч рибу та молочну продукцію то ймовірність знецінення через сторонні запахи цілком очікувана. Тому м'ясо розміщувати можна тільки поруч з молочними виробами, рибу – з морепродуктами, а ягоди і фрукти – з подібними до них вегетаріанськими продуктами. Тому важливо спочатку правильно підібрати товар і грамотно розмістити його всередині рефрижератора з урахуванням можливих ризиків падіння всередині і псування упаковки. Плюс до всього – різні види вантажів не повинні бути

встановлені впритул один до одного, а тільки з дерев'яною або іншою огорожею. Рефрижератор найчастіше використовується для перевезень на великі відстані.

- морозильна камера: призначена для перевезення товарів для яких потрібна постійна температура від -12° С до -20° С.

Крім правильного транспортування цих швидкопсувних товарів, важливо також розуміти, які методи транспортування найкраще підходять для них. Для цього часто потрібна складна система контролю якості протягом усього процесу транспортування, що, безсумнівно, принесе вигоду в довгостроковій перспективі.

Важливо удосконалювати логістичні аспекти перевезення для якості та безпеки товарів під час доставки. Ось деякі з аспектів які можна покращити:

- аналіз маршрутів та вибір найбільш підходящого маршруту доставки. Враховуючи обмежений термін зберігання товарів, необхідно обирати маршрути з найкращою інфраструктурою, щоб уникнути зайвих затримок.

- температурний контроль. Більшість швидкопсувних продуктів чутливі до коливань температури. Важливо мати системи для моніторингу та підтримки необхідної температури під час транспортування. Використання рефрижераторів і систем моніторингу може допомогти забезпечити належні умови.

- правильна упаковка. Вибір правильного типу упаковки та ізоляції важливий для збереження якості товару. Це передбачає використання спеціалізованої тари та пакувальних матеріалів.

- моніторинг перевезення. Системи відстеження забезпечують постійний контроль статусу вантажу в дорозі. Це дає можливість швидко реагувати на відхилення від стандартів і забезпечувати безпеку вантажу.

- захист від пошкодження. Під час транспортування важливо захистити товар від ударів і вібрацій. Використання спеціальних пакувальних матеріалів і кріплень може запобігти пошкодженню товару.

Важливо також дотримуватись всіх правових вимог та стандартів, що стосуються перевезення швидкопсувних товарів.

Отже, покращення цих аспектів може забезпечити якість продукції, задоволеність клієнтів і зменшити втрати. Враховуючи та вдосконалюючи всі аспекти транспортування, можна досягти більш ефективної та надійної логістики при перевезенні швидкопсувних вантажів.

1. Методичні основи раціонального управління постачаннями швидкопсувних продуктів. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=eut_2018_6_24 (дата звернення: 22.10.2023).

2. Правила перевезення швидкопсувних вантажів. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/NT1637> (дата звернення: 22.10.2023).

УДК 629.4.083:629.463

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВАГОНРЕМОНТНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

Дмитро Волошин, Людмила Волошина

*Український державний університет залізничного транспорту,
майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050*

Сучасні умови функціонування вагоноремонтних підприємств характеризуються складною організацією виробничих процесів з огляду на матеріально-технічне постачання, енергозабезпечення, кадри та інші критичні фактори впливу на організацію виробництва.

Особливістю реальних виробничих процесів є наявність збуджуючих факторів стохастичного характеру, які впливають на поведінку окремих елементів виробництва. Для забезпечення необхідної стійкості виробничої системи необхідно оперативно формувати прогнози, які дозволять виявляти та усувати відмови на ранній стадії їх виникнення для ліквідації можливих наслідків.

Поліпшення характеристик виробничого процесу можливо досягти за рахунок наступних процедур:

- оптимізації параметрів технологічного обладнання;
- отримання повної інформації про стан виробничого процесу в кожний дискретний момент часу за рахунок аналізу критичних параметрів технологічного процесу, які впливають на ремонт вагонних конструкцій;
- прогнозу кінцевої якості відремонтованих вузлів та вагонів;
- оптимізації управлінських реакцій при виникненні критичних подій у виробничому процесі;
- аналізу якості виробничих процесів.

Тому актуальною науково-технічною задачею є створення системи постійного моніторингу та управління складними технологічними процесами ремонту вагонів. Розроблена система дозволить контролювати рівень впливу інформаційної підтримки та супроводу технологічних процесів у часі і також дозволить мінімізувати виробничі втрати на всіх етапах виробничого циклу.

Рациональне управління технологічними процесами ремонту потребує вирішення ряду наступних задач:

- структуризація та формалізація різних за змістом вхідних даних;
- обробка великих потоків інформації, які створюються значною кількістю контрольованих параметрів;
- підвищення достовірності і зменшення надмірності інформації;
- забезпечення функціонування системи моніторингу в режимі реального часу.

Вище перераховане приводить до необхідності використання у системі моніторингу механізму прийняття оптимальних управлінських рішень. Підприємства з ремонту вагонів побудовані за ієрархічною структурою. Тому існує можливість побудувати структурну модель у вигляді графа, рівні якого визначають ієрархію підприємства. Такий граф (як правило деревоподібний) часто називають деревом рішень. У кожному вузлі управління виробничими процесами дерева рішень створюються рішення, які відповідають рівням ієрархії.

Дерева рішень застосовуються для моделювання багатоетапних процесів прийняття рішень, у яких взаємозалежні рішення приймаються послідовно. Таке представлення полегшує опис процесу прийняття рішень.

Правило або способи розбиття множини варіантів називають вирішальним правилом:

$$a_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{якщо умова виконується;} \\ 0 & \text{у зворотньому випадку,} \end{cases} \quad (1)$$

де $a_{ik} = 1$, якщо виконується умова S_i для обраного правила r_k ;

S_i – множина умов на деякому інтервалі, які описують параметри обраної області;

r_k – множина правил на деякому інтервалі, які обирають конкретні дії при заданих значеннях параметрів із множини умов S_i .

Задачі, вирішені за допомогою дерев рішень, дають змогу отримати три варіанти результату:

- опис даних, що містить їх характеристики;
- класифікацію, тобто віднесення об'єкта до одного з заздалегідь відомих класів;
- регресію, що встановлює залежність цільової змінної від незалежних (вхідних) даних.

На рисунку показано приклад дерева рішень для ремонтного господарства ВРП. У вершині R_1 (відділ головного механіка) створюється рішення, яке визначає зміст і обсяги ремонтних робіт, на другому рівні у вершинах $R_2 \dots R_3$ (у відповідних бюро) визначається циклічність перевірок кожного виду технологічного обладнання в залежності від його типу, навантаження, умов експлуатації і т.п., на третьому рівні (ремонтних посадах) у вершинах $R_{21} \dots R_{41}$ приймаються рішення по відновленню окремих технологічних одиниць.

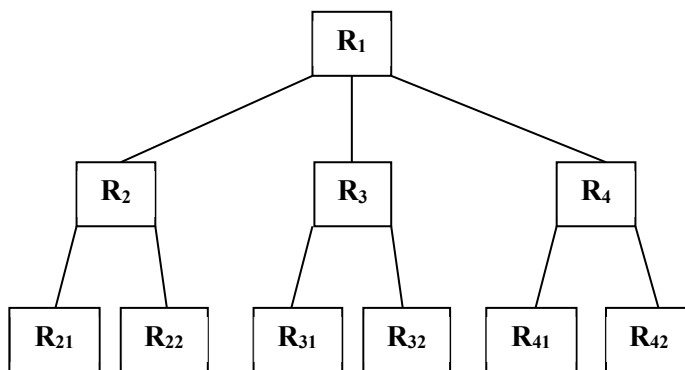


Рисунок. Приклад дерева рішень ремонтного господарства вагоноремонтного заводу

Таким чином, можна зробити висновок, що використання формалізованих методів підтримки управлінських рішень в умовах вагоноремонтних підприємств дає змогу компенсувати невизначеність зовнішніх умов. Що дозволить підвищити параметри надійності виробничої системи, якість відремонтованих вагонів та знизити матеріальні втрати.

1. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT) [Чинний від 2016-07-01]. ДП НДІ «Система». Львів, 2015. 39 с. (Національні стандарти України).

2. Волошин Д. І. Застосування принципів виробничої логістики для удосконалення системи ремонту обладнання в умовах ВРП. *Проблеми розвитку транспорту і логістики* : зб. наук. праць VII-ї міжнародної науково-практичної конференції Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 28 квітня 2017. С. 67–69.

3. Волошин Д. І., Волошина Л. В. Підвищення динамічної стійкості підприємств транспортної інфраструктури. *III Міжнародна науково-практична морська конференція кафедри СЕУ і ТЕ Одеського національного морського університету*, Квітень 2021. URL: <http://2021.depas.od.ua/>, <https://drive.google.com/file/d/1O7Zwwr0HRnmHiY1MlnCFs-zaZxxMc64p/view>. (дата звернення: 15.10.2023).

УДК 656.073.28

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ ДРІБНОПАРТІЙНИХ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ НА РОЗВІЗНИХ МАРШРУТАХ В МІЖМІСЬКИХ УМОВАХ

Владислав Дмитрів

*Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська 75, м.Луцьк, 43000*

Під швидкопсувними розуміються вантажі, які дуже легко псуються в навколишньому середовищі і потребують спеціальних умов перевезення, щоб захистити їх від впливу високих і низьких температур навколишнього середовища, а також для дотримання вимог щодо строку придатності відповідно до встановлених нормативів на цей вид продукції. До категорії швидкопсувних вантажів включаються наступні типи товарів: продукти рослинного походження, такі як фрукти, ягоди, овочі, гриби, живі рослини та інші; продукти тваринного походження, такі як м'ясо та м'ясопродукти різних видів тварин та птахів, риба, ікра, молоко, яйця і т. д.; а також продукти переробки, включаючи молочні продукти, жири, заморожені фрукти, ковбасні вироби, сир, масло тощо.

Транспортні засоби, які призначені для перевезення швидкопсувних вантажів, є особливими у своєму роді і відрізняються від інших транспортних засобів. Транспортні засоби, які використовуються для перевезення швидкопсувних вантажів (продукції), повинні відповідати наступним вимогам та стандартам:

1. Рухомий склад повинен бути технічно справним і обладнаним для безпечного та належного перевезення даного типу продукції, та повинен відповідати санітарним нормам та національним стандартам.

2. Транспортний засіб повинен бути чистим, сухим і вільним від сторонніх запахів. Важливо також мати санітарний паспорт і позначку, яка вказує на вид вантажу, який може бути перевезений на цьому транспорті.

3. При перевезенні швидкопсувних продуктів у відсутності рефрижерації допускається тільки перевезення вантажу в транспортабельному стані, дотримуючись вимог щодо температурних режимів зберігання.

4. Швидкопсувні вантажі повинні мати належне пакування та відповідне маркування, відповідне національним стандартам та нормативним документам. Також важливо наявність сертифікатів відповідності та якості, а також гігієнічного та фітосанітарного сертифікатів для продуктів тваринного походження.

5. Тара, яка використовується для упаковки швидкопсувних вантажів, повинна бути в хорошому стані, міцною, чистою та придатною для контакту з продовольчими вантажами.

6. При перевезенні заморожених вантажів, температура повітря в кузові рухомого складу повинна підтримувати відповідний режим, що відповідає вимогам для конкретного виду вантажу, і при цьому не допускаються великі коливання температури.

7. У випадках, коли вантаж призначений для споживання безпосередньо після перевезення, допускається поступове підвищення температури вантажу за час перевезення до рівня, при якому він може бути безпечно використаний.

8. Правильне розміщення швидкопсувних вантажів є важливою умовою для забезпечення їх безпеки під час перевезення і максимального використання вантажопідйомності транспортного засобу.

Підвищення ефективності доставки дрібнопартійних швидкопсувних вантажів на розв'язних маршрутах в міжміських умовах є завданням, яке вимагає уважної стратегії, оптимізації та використання новітніх технологій. Дрібнопартійні вантажі, такі як

швидкопсувні товари, мають особливу важливість у сучасних стратегіях ведення бізнесу, оскільки вони задовольняють попит на швидкі та точні доставки, що робить їх незамінними для багатьох галузей, включаючи електронну торгівлю, медицину та харчову промисловість.

Існує кілька ключових стратегій, які можуть сприяти підвищенню ефективності доставки дрібнопартійних швидкопсувних вантажів [1]:

1. Оптимізація маршрутів: Використання спеціалізованих програм та алгоритмів для розробки оптимальних маршрутів доставки. Це допомагає зменшити час і витрати на доставку.

2. Удосконалення транспорту: Використання сучасних, паливоекономних і надійних транспортних засобів, які можуть ефективно перевозити дрібні партії вантажів.

3. Синхронізація доставки: Встановлення жорстких графіків доставки та координація роботи водіїв, щоб уникнути зайвих зупинок і затримок, враховуючи усі дорожні та погодні умови, а також правильно складений графік роботи водія.

4. Консолідація вантажів: Об'єднання дрібних вантажів в одній машині, щоб знизити витрати на доставку та покращити використання транспорту.

5. Використання технологій: Використання програм та засобів для відстеження руху та місцезнаходження автомобіля, та контролю роботи водія. Мобільні додатки і програмне забезпечення також можуть допомогти в управлінні та моніторингу.

6. Оптимізація складського управління: Планування та управління роботою складу з урахуванням швидкопсувних вантажів, щоб знизити час обробки та забезпечити їх швидку доставку.

7. Аналіз та вдосконалення: Постійний моніторинг та аналіз процесів доставки для визначення можливих шляхів оптимізації та підвищення ефективності доставки.

Міжміська доставка швидкопсувних вантажів є надзвичайно важливою для підприємств і організацій у сучасному світі. Це стосується як великих логістичних компаній, так і малих підприємств, які повинні оперативно постачати товари клієнтам. Однак ця задача часто стикається з численними викликами, такими як дорожні та погодні умови, терміни придатності вантажів і тому подібне.

Доставка швидкопсувних вантажів в міжміських умовах вимагає від підприємств уважності до численних деталей і використання передових підходів у логістиці. Підвищення ефективності цього процесу може призвести до зменшення витрат і підвищення задоволеності клієнтів. Враховуючи зростання конкуренції і збільшення обсягів доставки, оптимізація швидкопсувних вантажів на розвізних маршрутах стає ще більш важливою для успіху підприємств.

Завдання забезпечити найкращу якість та оперативність доставки завжди залишається актуальним і вимагає постійного удосконалення та адаптації до нових викликів і можливостей.

1. Калініченко О. П., Павленко О. В., Нефьодов В. М. Оптимізація рішення задач оперативного планування вантажних перевезень на автомобільному транспорті. *Комунальне господарство міст. Сер. Технічні науки та архітектура*. 2018. № 142. С. 108–113.

УДК 656.1

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Дорошук Вікторія, Сорока Валерій, Бережняк Іванна, Коваль Анатолій

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

Міжнародні перевезення вантажів здійснюються практично до всіх країн Європи. Кожна країна має власну економічну специфіку та вимоги, пов'язані з організацією та виконанням міжнародних перевезень. Тому необхідно виділити конкретні напрямки сполучень, враховуючи їхню привабливість для підприємства. Цей процес схожий на зонування території в залежності від регіонів, де виконуються міжнародні перевезення.

Основними особливостями використання логістичних схем у міжнародній торгівлі є:

- міжнародні ринки мають комерційні ризики та невизначеності;
- операції зовнішньоекономічної торгівлі характеризуються значним товарообігом, завдяки чому є можливість компенсувати витрати, включаючи митне оформлення;
- наявність значної кількості посередників ускладнює взаємозв'язок учасників транспортно-логістичних процесів.

Транспортна логістика – це система організації доставки, яка включає в себе переміщення різних матеріальних об'єктів та речовин з одного місця в інше шляхом визначення найоптимальніших маршрутів, та зосереджена на управлінні інформаційними та матеріальними потоками під час транспортування товарів [1; 2].

Забезпечення ефективної логістичної підтримки дасть можливість вирішити такі завдання, як технологічні процеси та організаційна структура обслуговування, визначення оптимальної сфери та мети обслуговування.

Для оцінки ефективності доставки товарів споживачем транспортної послуги можна використовувати наступні показники: обсяг доставленої продукції в кількісному і вартісному вимірі; загальні витрати на доставку, враховуючи фактори, які можуть впливати на загальну вартість транспортної послуги та її конкурентоспроможність на ринку, а саме санкції за невиконання вантажовідправником своїх зобов'язань, збитки від прострочення та втрат товару під час перевезення; витрати на доставку вантажів, що припадають на одиницю маси; частка витрат на доставку продукції в загальному обсязі продажу; інші показники, які можуть враховуватися при оцінці продуктивності транспортної послуги.

Дана оцінка дасть змогу краще зрозуміти вплив процесів доставки на економічні результати та ефективність логістичних рішень.

В залежності від характеру оброблюваних вантажів під час створення технологічних процесів для конкретних умов деталізують склад операцій.

Оцінюючи основні особливості технологічних систем доставки товарів, загальний технологічний процес перевезення вантажів може бути розглянутий в чотирьох етапах (рисунок).

Технологічні процеси документуються у формі інструкцій, технологічних карт та схем, графіків роботи навантажувально-розвантажувальних механізмів і обладнання.

Технологічна схема визначає напрямки переміщення вантажів, кількість та ступінь механізації технологічних операцій. Вона також включає інформацію про типи та види машин та обладнання, які використовуються під час виконання операцій. Технологічні схеми служать основою для створення технологічних карт, які допомагають організувати виробничий процес. Технологічні карти, на відміну від технологічних схем, також включають в себе інформацію

про послідовність виконання операцій, обладнання, норми часу на кожну операцію та вимоги по техніці безпеки.

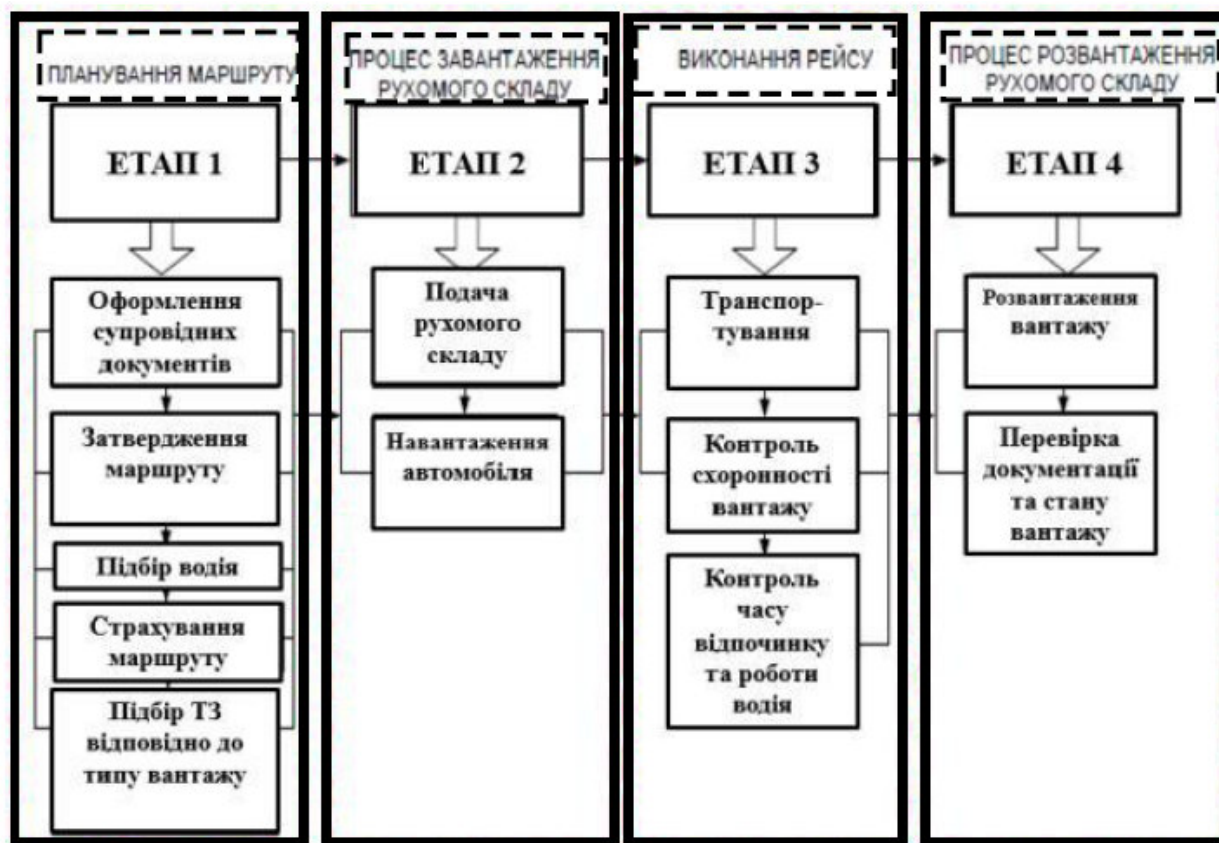


Рисунок. Етапи технологічного процесу перевезення вантажів

Ефективність міжнародних автомобільних перевезень оцінюється такими показниками як: витрати на виконання міжнародних перевезень автомобільним транспортом; витрати на придбання та обслуговування транспортних засобів, включаючи вартість автопарку, його ремонт та модернізацію; показник ефективності надання транспортних послуг у міжнародному сполученні. За допомогою даних показників можна оцінити вартість, капіталовкладення та якість міжнародних автомобільних перевезень, а також приймати рішення щодо оптимізації цих процесів.

Для покращення системи управління міжнародними перевезеннями транспортним компаніям рекомендується поліпшити використання систем GPS та FMS-T, що дозволить стежити за рухом транспортних засобів та діями водіїв, забезпечуючи більш ефективний моніторинг та керування їхньою діяльністю, знизити витрати, оцінюючи та оптимізуючи витрати палива, що призведе до підвищення ефективності використання рухомого складу, його безпеки, якості надання послуг та транспортного обслуговування замовників.

1. Грицина Л. А., Кошівська М. В. Сучасний стан та перспективи розвитку транспортної логістики в Україні. *Інфраструктура ринку*. 2018. Вип. 18. С. 11–18.
2. Лифар В. В. Розвиток транспортної логістики в регіональній системі обслуговування товарних потоків. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2017. № 4. С. 176–187.

УДК 656.1/.5

ЛОГІСТИЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ РАЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

Тетяна Жук

*Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43000*

У ринкових умовах виникають деякі особливості якості транспортного обслуговування як найважливішого інструмента підвищення конкурентоспроможності транспортних послуг, що вимагають вирішення на принципово новому рівні. Усе більшого значення набуває використання логістичних підходів до організації перевезень. Очевидно, що відправник вантажу або вантажоодержувач прагне вибрати ті маршрути, якими вантаж буде доставлений з найменшими витратами та в оптимальний період. Грамотно розроблена логістична інфраструктура дає змогу не тільки оптимізувати витрати, підвищити якість обслуговування клієнтів, але й отримувати додатковий прибуток [1].

Основною ідеєю проектування логістики є планування, управління і контроль будь-якої діяльності, усіх матеріальних та інформаційних потоків системи. Використовуючи інформаційні системи в логістиці припускають швидку адекватну реакцію на вимогу ринку, спостереження за часом доставки, оптимізацію функцій у ланцюгах доставки і постачання вантажів на перевізному процесі [2].

Логістичний підхід до розробки раціональної організації міжнародних автомобільних перевезень вантажів включає в себе комплекс заходів та стратегій для оптимізації всього ланцюга постачання, зокрема вантажоперевезень. Під цим розуміється пошук якнайкращих організаційних і технічно можливих рішень, що забезпечують максимальну ефективність перевезення вантажів від місця їх складування до місця споживання. Сюди ж відносяться: вибір оптимальних маршрутів, використання ефективного транспорту, митну та логістичну обробку вантажу, а також взаємодію зі спорідненими підприємствами та постачальниками.

Ключовими стратегіями на глобальному ринку є забезпечення прозорості та ефективності у проведенні транзакцій, і це стає фундаментом успішної діяльності, вказуючи на важливість оптимізації логістичних процесів.

Транспортування вантажів на міжнародному рівні потребує ще більшої організації і злагодженості, порівняно із внутрішніми перевезеннями. Основні умови при міжнародних автомобільних перевезеннях регулюються конвенцією про договір міжнародних перевезень вантажів (КДПВ), укладений в Женеві, ще у 1956 р. [3].

Під час переміщення товарів транспортними засобами комерційного призначення через митний кордон України декларант, уповноважена ним особа або перевізник при перевезенні вантажу автомобільним транспортом, повинен пройти всі види контролю, а також надати органам доходів і зборів в паперовій або електронній формі перелік зазначених документів. Сюди відносяться: документи на ТЗ; транспортні документи (міжнародні ТТН); комерційні документи на товари, що перевозяться (за наявності); відомості про кількість вантажних місць та вид упаковки; найменування товарів; вага брутто товарів або об'єм товарів (окрім великогабаритних вантажів) [3].

Для того, аби оптимізувати і пришвидшити даний процес було введено застосування системи МПД.

Carnet TIR або книжка МПД – це міжнародний документ, що використовується в міжнародних транспортних вантажоперевезеннях для спрощення митного оформлення та прискорення процедур на митниці (рисунки) [4].

The image shows a sample of a filled-out Carnet TIR (Transit Document) form. The form is orange and white, with the IRU logo at the top. It includes fields for the holder's name (ASMAP), the date of issue (20 DEC 2014), the country of origin (PL), and the country of destination (RUS). It also contains a barcode and a signature of the holder. The form is titled 'CARNET TIR *' and '4 volets'.

Рисунок. Зовнішній вигляд та приклад заповнення Carnet TIR

Він корисний і важливий інструмент в транспортній логістиці з кількох причин:

1. Carnet TIR дозволяє спростити митне оформлення в міжнародних перевезеннях, оскільки вантажі, що перевозяться під цим документом, можуть бути митно оформлені на місці прикордонного перетину, без необхідності розпечатування вантажу та проведення детальної митної інспекції. Це дозволяє зменшити затримки на митниці та скоротити час перетину кордону, що може бути критичним фактором.

2. Використання Carnet TIR дозволяє забезпечити ефективність та економію часу в міжнародних перевезеннях. Він дозволяє уникнути повторного митного оформлення на кожному кордоні, оскільки вантаж залишається під митним режимом «Транзит» протягом всього маршруту. Це знижує витрати на перевезення, зменшує затримки на митниці та підвищує загальну ефективність транспортної логістики.

3. Carnet TIR є міжнародним стандартом, визнаним Конвенцією про Міжнародний транспортний журнал (МДПТЖ) Європейської економічної комісії ООН, яка регулює використання цього документа в багатьох країнах світу.

4. Carnet TIR також допомагає забезпечити безпеку вантажу в процесі міжнародних перевезень. Кожен вантаж, оформлений під цим документом, проходить контроль та підписується прикордонними митницями на кожному кордоні. Це дозволяє відстежувати рух вантажу та попереджати можливі ризики втрати, крадіжки або підробки вантажу, забезпечуючи більш високий рівень безпеки в логістичному ланцюзі [4].

Окрім зазначеного виду оптимізації, для того аби раціонально організувати автомобільні перевезення вантажів (міжнародні в тому числі), а також вдосконалити вже наявні, можна додатково вжити кілька наступних заходів:

Аналіз та планування. Потрібно ретельно вивчити власні поточні логістичні процеси, ідентифікувати слабкі місця та можливості їх вдосконалення.

Вибір оптимальних маршрутів. Використовувати новітні GPS-технологій та маршрутне планування, які дозволяють вибирати найкоротші та найефективніші маршрути для перевезень.

Ефективний транспорт. Необхідно виконувати правильний підбір транспорту для конкретних вантажів та маршрутів; акцентувати увагу на транспортних засобах з найвищими показниками паливної ефективності.

Інформаційні системи. Застосувати сучасні ІТ-системи та програмне забезпечення для моніторингу вантажів та оптимізації логістичних операцій.

Митна та правова відповідність. Ретельно вивчати митні та законодавчі вимоги, що дозволить уникнути ризиків на кордонах під час міжнародних перевезень, тим самим - заощадить час.

Запаси та склади. Керувати рівнем запасів та оптимізовувати складські запаси, щоб знизити зайві витрати.

Співпраця з постачальниками та партнерами. Розвивати ефективні партнерські відносини з постачальниками та іншими ланками логістичного ланцюжка.

Аналіз та вдосконалення. Постійно аналізувати результати та процеси, і вдосконалювати їх на основі зібраної інформації.

Ці заходи допоможуть покращити продуктивність та знизити витрати в логістиці перевезень вантажів.

Таким чином бачимо, що автомобільні перевезення мають безмежні можливості для вдосконалення. Розвиток новітніх технологій, оптимізація процесів та удосконалення логістичних підходів надають безмежну перспективу для підвищення ефективності, безпеки та сталості автомобільних перевезень. Наполегливе дослідження та впровадження інновацій можуть допомогти досягти цієї мети.

1. Ларіна Р. Р. Проблеми логістичного посередництва в розвитку інфраструктури регіональних споживчих ринків. *Держава та регіони. Сер. Економіка та підприємство*. Запоріжжя : Гуманітарний університет «ЗІДМУ», 2004. № 2. С. 115–119.

2. Бакаєв О. О. Теоретичні засади логістики : підручник : у 2-х т. / О. О. Бакаєв, О. П. Кутах, Л. А. Пономаренко. Київ : Фенікс, 2005. Т. 2. 528 с.

3. Міжнародні перевезення : теорія та практика : навч. посіб. : у 2 кн. / А. С. Галкін, В. П. Левада, Ю. А. Давідіч, Н. В. Давідіч, К. Є. Вакулєнко. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекєтова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекєтова, 2018. Кн. 1. 182 с.

4. Що таке книжка МДП? Trans Atlas. 2018. URL: <https://trans-atlas.com.ua/ua/article/262>. (дата звернення: 15.10.2023).

УДК 656.13

ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Світлана Козак

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

Ефективність, якість і надійність є ключовими поняттями при управлінні вантажними або пасажирськими перевезеннями, оскільки саме з їх допомогою конкретизуються мета, яка визначається учасниками транспортного процесу. Вказані поняття часто вживаються самостійно, проте між ними існує однозначний зв'язок, оскільки якість є компонентом системи оцінки ефективності, а надійність – компонентом системи оцінки якості (рисунок).

В той же час цей зв'язок при усій її логічності є досить складним, оскільки оцінка ефективності завжди суб'єктивна і залежить від того, в чийх інтересах і з точки зору якого учасника перевезень вона здійснюється. Оцінка якості завжди здійснюється з точки зору споживача транспортних послуг, а надійність є об'єктивною характеристикою, що оцінюється вірогідністю безвідмовної роботи.



Рисунок. Структурна схема взаємозв'язку категорій ефективності, якості і надійності транспортного процесу перевезень

Кожна з підсистем АТС має свої власні цілі. Серед них однією з найбільш важливих є мета забезпечення власної стійкості функціонування в конкурентному середовищі. Синхронізація цілей в єдиному для всієї автотранспортної системи напрямі забезпечує протікання процесів її самоорганізації, але це не виключає різнонаправленості цілей підсистем і, отже, різного розуміння ефективності. Кожна з підсистем АТС має свої власні цілі. Серед них однією з найбільш важливих є мета забезпечення власної стійкості функціонування в конкурентному середовищі. Синхронізація цілей в єдиному для всієї автотранспортної системи напрямі забезпечує протікання процесів її самоорганізації, але це не виключає різнонаправленості цілей підсистем і, отже, різного розуміння ефективності.

Наприклад, з точки зору пасажирського автотранспортного підприємства, чим вищий рівень доходів, тим ефективніше організовано транспортне обслуговування. Доходи автопідприємства складаються з багатьох складових, куди входять і витрати пасажирів на оплату проїзду, тому, з точки зору жителів міста, ефективність перевезень тим вища, чим дешевше вони для них обходяться. Для споживача ефективність міських пасажирських

перевезень визначається надійністю обслуговування, комфортом поїздки і доступністю тарифу.

Реальне втілення ця проблема знайшла, наприклад, при узгодженні введення укорочених або безпересадочних маршрутів. Зазвичай органи місцевого самоврядування, що здійснюють управління транспортом, наполягають на безпересадочних маршрутах, а перевізники – на укорочених, маючи за мету те, що частина пасажирів замість однієї здійснить дві посадки в транспорт, і, значить, двічі сплатить проїзд. Аналогічні приклади незбігу інтересів і критеріїв ефективності можна навести з області перевезень вантажів та за іншими показниками. До проблеми вибору показника ефективності зверталися багато дослідників. В той же час не можна не відмітити наявність різних, а нерідко і взаємовиключних точок зору.

Локальні критерії ефективності застосовують, якщо порівнювані варіанти перевезень відрізняються за одним, окремо взятим показником. Наприклад, впровадження графіків перевезень виключає простої автомобілів в черзі. Значить, в цьому випадку ефективність порівнюваних варіантів перевезень може бути оцінена одним показником – тривалістю простоїв автомобіля в пунктах навантаження і розвантаження. Можливе використання також вартісної оцінки простоїв транспорту. Впровадження раціональних маршрутів перевезень забезпечує зменшення холостих пробігів. Відмінність в порівнюваних варіантах в цьому випадку може бути оцінена скороченням порожніх пробігів автомобілів або іншими показниками, пов'язаними з порожнім пробігом.

Комплексні показники ефективності застосовують тоді, коли заходи, що проводяться, одночасно змінюють декілька характеристик транспортного процесу. Наприклад, заміна рухомого складу веде до зміни таких параметрів, як вантажопідйомність, простій під навантаженням і розвантаженням, питома витрата палива, амортизаційні відрахування й інші. В цьому випадку недостатньо будь-якого часткового критерію.

Комплексні показники ефективності застосовують також, якщо обґрунтування заходів, що проводяться для вдосконалення перевезень, потребує їхньої узагальненої оцінки. Так, при обґрунтуванні раціональних маршрутів разом з коефіцієнтом використання пробігу можна розрахувати зміну собівартості перевезень або питомих приведених витрат.

В якості локальних або часткових показників ефективності досить часто використовують технологічні параметри транспортного процесу: тривалість простоїв транспортних і навантажувально-розвантажувальних засобів, тривалість перевезення товару, час поїздки пасажирів, коефіцієнт використання вантажопідйомності, наповнюваність автобусів, довжина порожніх пробігів. До числа локальних показників ефективності транспортного процесу відносяться також енергоємність, матеріаломісткість і металоемність перевезень.

Використання комплексних або узагальнених показників ефективності транспортного процесу викликане прагненням більш повно відбити результати роботи автотранспорту в порівнянному вигляді для різних умов перевезень. До їх числа відносяться такі: продуктивність (годинна, змінна або річна), собівартість перевезень, прибуток (загальний і годинний), дохід, рентабельність, приведені витрати, трудомісткість перевезень і продуктивність праці.

Застосування перерахованих показників виправдане для оцінки варіантів організації перевезень. В той же час потрібно мати на увазі, що для споживача транспортних послуг, і з точки зору макроекономічної доцільності, бажане зниження транспортних витрат на одиницю продукції, тоді як для автотранспортних підприємств в умовах ринкових конкурентних стосунків природним є прагнення збільшити об'єми транспортної роботи і поліпшити свої фінансові показники.

1. Перебийніс В. І. Транспортно-логістичні системи підприємств: формування та функціонування. Полтава : РВВ ПУСКУ, 2015. 205 с.

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

РОЗВИТОК ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ З ПОЗИЦІЇ КЛІЄНТООРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ

Софія Мартинюк, Світлана Пашкевич

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

Нині досить перспективним видом послуг, що бурхливо розвивається, є сфера вантажних перевезень і пов'язана з нею транспортна експедиція. Сучасні вимоги вантажовласників, високий рівень конкуренції та взаємовідносини із зовнішнім середовищем змушують компанії транспортної галузі до пошуку нових інструментів і шляхів розвитку, використання нових підходів для залучення й утримання клієнтів. Останнім часом ця проблема стає дедалі актуальнішою. Це визначило предмет цього дослідження, до якого віднесено способи та напрями розвитку транспортно-експедиційної діяльності (ТЕД) з позиції клієнтоорієнтованого підходу, що розробляється в даний час активно цілою низкою дослідників [2; 3; 4].

Потреба в розвитку ринку транспортно-експедиційних послуг очевидна. Не тільки рівень витрат, а й якість пропонованих послуг (навіть базових) не відповідає поточним потребам компаній і завданням розвитку країни. Метою цієї роботи є формування елементів механізму розвитку ТЕД підприємств, що ґрунтуються на платформі клієнтоорієнтованого підходу, пов'язаного з формуванням нової логіки взаємовідносин із клієнтом.

Традиційно, транспортно-експедиційні підприємства (ТЕП) під клієнтом розуміють власника вантажу – вантажовідправника. Однак, при використанні в ТЕД клієнтоорієнтованого підходу, до клієнтів ТЕП слід відносити як власників вантажу, так і перевізників, для яких ці підприємства надають, зокрема, і посередницькі послуги з пошуку відправника вантажів, завантаження, розвантаження, перевантаження та організації доставки [1].

Нині досить велику увагу в розвитку великих і середніх компаній приділяється питанню «клієнтоорієнтованості», ведеться додаткова робота з відстеження змін потреб клієнтів, приділяється увага підвищенню якості послуг. Оже, під клієнтоорієнтованістю розуміють здатність ТЕП створювати додатковий потік клієнтів і додатковий прибуток завдяки глибокому розумінню і задоволенню їхніх потреб. Переваги клієнтоорієнтованого підходу в управлінні ТЕД виражаються в підвищенні конкурентних переваг підприємств, дотриманні балансу інтересів ТЕП і задоволеності клієнтів їхніми послугами, у підвищенні керованості підприємством, а в низці випадків, у зниженні витрат. Показники, що комплексно характеризують діяльність ТЕП у рамках клієнтоорієнтованого підходу, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники, що визначають діяльність ТЕП

Показник / параметр	Характеристика факторів, що визначають показники ТЕД
Послуга	Вид і набір послуг, надання гарантій, наявність додаткового сервісу, збереження вантажу, економічність доставки, швидкість доставки, зручність користування комплексом послуг
Ціна	Рівень тарифів і маржі експедитора, способи оплати, система пільг и бонусів, умови кредитування. Прибутковість маршруту, автомобіля, прибутковість за видами перевезень тощо.
Розподіл	Місцезнаходження, канали розподілу та їхня кількість, можливість замовлень через Інтернет
Просування	Реклама, PR-заходи, стимулювання збуту, лояльність клієнтів

продовження табл. 1

Персонал	Рівень кваліфікації, компетентність, мотивація, стимулювання праці, культура обслуговування
Ресурси	Імідж, фірмовий стиль, бренд, наявність власного рухомого складу, тип транспортних засобів, їхня технічна готовність, ділові зв'язки і взаємини з перевізниками

Використання даних показників у контролі досягнутих результатів ТЕП і в плануванні майбутнього розвитку підприємств цієї сфери послуг дасть змогу використовувати описані вище переваги клієнтоорієнтованого підходу в управлінні.

У таблиці 2 наведено приклад розподілу показників, що характеризують ТЕД підприємства, яке надає як транспортні послуги, так і послуги транспортного експедирування, за різними рівнями управління і контролю.

Таблиця 2

Контрольовані параметри в управлінні ТЕП

Рівень управління	Показник, контрольований на цьому рівні
Верхній рівень управління (директор, заступник директора, комерційний директор)	Прибуток за видами перевезень. Прибуток за напрямками перевезень. Частка часу простою в загальному часі роботи парку. Кількість заявок, виконаних у строк тощо. Рівень лояльності клієнтів.
Операційний рівень управління (менеджер, диспетчер, водії тощо).	Прибутковість автомобіля, прибутковість маршруту (замовлення), відсоток завантаження транспорту, коефіцієнт технічної готовності, аварійність у дорозі, термін доставки вантажу. Прибутковість ремонтного обладнання (години роботи) тощо.

Система ключових показників результативності транспортно-експедиторської діяльності, має бути багаторівневою. На операційному рівні мають застосовуватися контрольовані параметри, які безпосередньо впливають на показники верхнього рівня і дають розуміння причин проблем, що виникли.

До типових проблем експедитора можна віднести:

- високий рівень комісії (маржі експедитора в ціні транспортування);
- неадекватні способи оплати послуг клієнтів, що призводять до утворення дебіторської заборгованості великого обсягу і терміну погашення;
- неадекватна взаємодія експедитора з клієнтом;
- відсутність скоординованих дій між окремими підрозділами ТЕП;
- відсутність або обмеження місця для зберігання вантажів;
- обмеженість власного парку транспортних засобів, що призводить до необхідності аутсорсингу частини послуг, що в низці випадків призводить до зниження відповідальності перевізників і загалом зниження якості транспортних послуг;
- небажання експедиторів працювати з перевезеннями, які передбачають необхідність розв'язання проблем, що виникають під час доставки;
- несвоєчасне інформування про дислокацію і технічний стан транспортного засобу та вантажу, що перевозиться, залежність від зовнішнього сюрвейера.

Часто основною проблемою ринку транспортних послуг є високі ціни на транспортні послуги експедиторів на послуги, які становлять 15–25% ціни фрахту, це робить завідомо низькорентабельною або збитковою роботу насамперед дрібних компаній-перевізників.

Як було зазначено раніше, управління якістю транспортно-експедиційного обслуговування є пріоритетним напрямом менеджменту підприємства, що базується на клієнтоорієнтованому підході. Цикл управління якістю послуги має бути замкнутим і перетворювати «петлю якості» у «спіраль», як це представлено в автора [4] і наведено на рисунку 1.



Рис. 1. Цикл управління якістю транспортно-експедиційного обслуговування

З огляду на результати проведеного дослідження ринку транспортноекспедиційних послуг, чинників, що впливають на нього і проблем, що виникають на сучасному етапі його розвитку, в роботі сформульовано основні напрями розвитку ТЕД, що базуються на реалізації в цих компаніях клієнтоорієнтованого підходу. На рисунку 2 представлено цілі, методи та засоби їх досягнення.

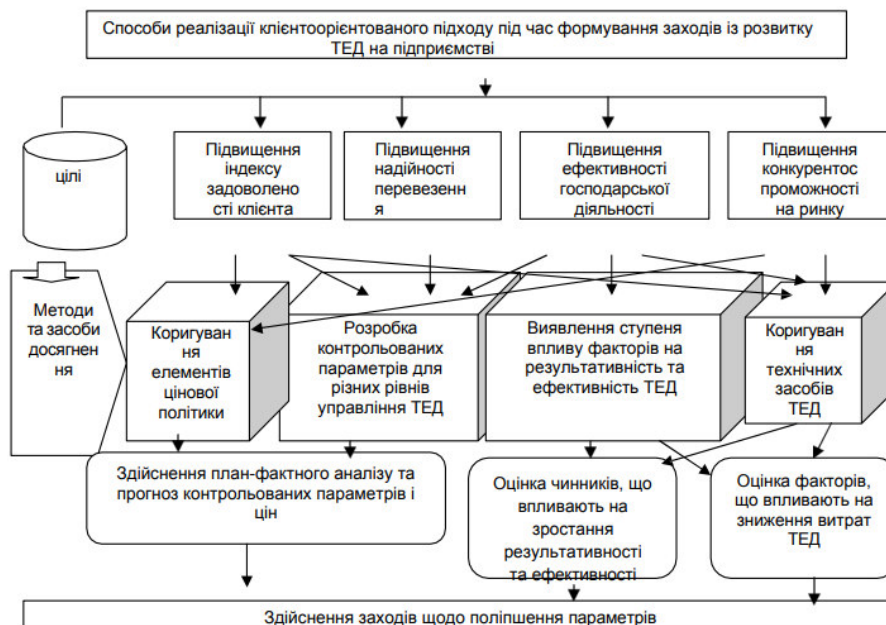


Рис. 2. Напрями реалізації клієнтоорієнтованого підходу при формуванні заходів з розвитку ТЕД

До заходів щодо поліпшення контрольованих параметрів можна зарахувати такі: контроль якості доставки вантажів експедитором, внесення до договору на надання транспортно-експедиційних послуг пункту обов'язкового страхування вантажу перевізником під час надання йому бонусів на послугу (тим самим знижуючи власну маржу), що підвищить лояльність клієнтів, і ТЕП може підвищити власну результативність за рахунок приросту обсягів виконаних послуг.

На рисунку 3 показано механізм управління ТЕД підприємства, який являє собою складову частину системи розвитку підприємства, що містить аналіз чинників, а також забезпечує вплив на чинники, від стану яких залежить результат діяльності у сфері, яку вивчають.

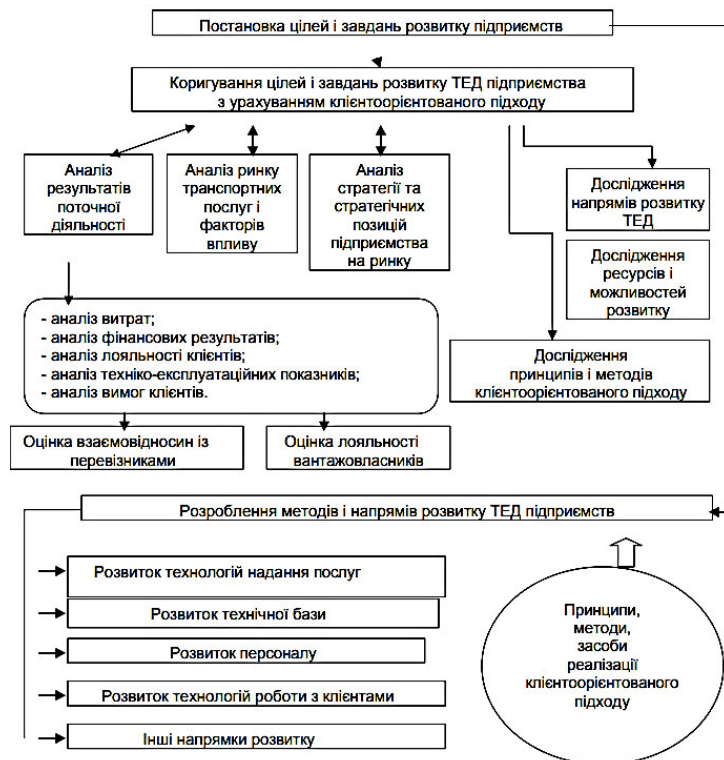


Рис. 3. Механізм розвитку ТЕД підприємства

У представленій схемі особлива увага приділяється таким напрямкам розвитку ТЕП, як технологічний, технічний, розвиток персоналу і технологій надання послуг. Серед заходів технічного і технологічного розвитку ТЕП, приміром, можна розглянути оновлення або модернізацію парку транспортних засобів, поліпшення системи закупівель ремонтних матеріалів, що підвищить рівень технічної готовності парку, скоротить імовірність простоїв, пов'язаних із поломками, поліпшить якість послуг, що генерує приріст об'ємних показників і прибутковості. Крім того, можуть бути використані «сучасні управлінські технології, наприклад, реінжиніринг бізнеспроцесів ТЕП» [2]. Також у компанії може бути розроблена система встановлення бонусів основним клієнтам (вантажовласникам) у вигляді знижки, що залежить від обсягів перевезень. Крім того, може бути розглянуто варіант надання знижок тим перевізникам, які уклали договір страхування вантажу, що також дасть змогу поліпшити якість перевезень і домогтися підвищення лояльності клієнтів. Для оцінки лояльності клієнтів ТЕП може використовувати індекс NPS (Net Promoter Score)), що також дасть змогу здійснювати розвиток ТЕД в рамках клієнтоорієнтованого підходу.

Отже, використання механізму реалізації клієнтоорієнтованого підходу і розроблених напрямів розвитку ТЕД у діяльності підприємств цієї сфери дасть змогу досягти високих результатів функціонування і забезпечити виконання вимог клієнтів. При цьому необхідний регулярний моніторинг виконаних замовлень, виявлення проблем і помилок, усунення недоліків у роботі транспорту.

1. Прахалад К. К. Управління взаємовідносинами з клієнтами. Як використовувати споживчий досвід. АльпінаБізнес Букс, 2007. 12 с.
2. Челенков О., Соніна Т. Клієнтоорієнтований підхід у маркетингу взаємовідносин. *Маркетинг*. 2012. № 1. С. 34–47.
3. Беррі Л. Маркетинг взаємовідносин для конкурентних переваг (Berri L. Relationship Marketing for Competitive advantage). Oxford : Butterworth-Heinemann, 2000.
4. Lusch Rand Vargo S., Service-Dominant Logic: Continuing the Evolution. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 2008. Vol. 36. P. 1–10.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТІВ У МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРВЕЗЕННЯХ: ВПЛИВ НА ЛОГІСТИЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ

Анастасія Матвіїшина

*Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43000*

Моделювання та оптимізація маршрутів у міжнародних вантажних перевезеннях має значущий вплив на логістичну ефективність підприємства. Цей процес важливий для забезпечення ефективності логістичних ланцюгів та зниження витрат. Для оптимізації маршрутів у міжнародних вантажних перевезеннях використовують різні методи та алгоритми, які допоможуть знайти оптимальні шляхи доставки та мінімізувати витрати. Ось деякі з них [1; 2]:

- Методи грубої сили (Brute Force) : цей метод виконується в переборі всіх можливих маршрутів для вибору оптимального. Він підходить для невеликої кількості пунктів мережі, але не є ефективним для великих.

- Методи генетичного програмування (Genetic Algorithms): Генетичні алгоритми вибір ідей з еволюційної біології для оптимізації маршрутів. Вони створюють популяцію можливих маршрутів, обчислюють їх вартість та використовують оператори селекції та мутації для покращення результатів.

- Алгоритми комівояжера (Travelling Salesman Algorithms): Ці алгоритми спрямовані на знаходження найкоротшого шляху для обходу набору точок, і вони можуть бути адаптовані для задач оптимізації маршрутів вантажних перевезень.

- Методи лінійного програмування (Лінійне програмування): Вони використовують математичну модель для оптимізації маршрутів на основі обмежених та цільових функцій, таких як мінімізація витрат або часу.

- Системи інтелектуального аналізу даних (Intelligent Data Analysis Systems): Вони використовують аналітику даних та штучний інтелект для розв'язання завдань оптимізації маршрутів шляхом аналізу великих обсягів інформації та врахування різних факторів.

- Сучасні технології GPS та IoT: Використання даних із GPS та датчиків Internet of Things (IoT) дозволяє в реальному часі відслідковувати рух транспортних засобів і коригувати маршрути з урахуванням поточних умов дороги та дорожнього руху.

- Програмне забезпечення для оптимізації маршрутів: Існують різні комерційні алгоритми та відкриті програмні продукти, які вибирають різні алгоритми для оптимізації маршрутів у міжнародних вантажних перевезеннях.

Вибір конкретного методу або алгоритму залежить від різних факторів, таких як обсяг завдання, кількість точок, обмеження та вимоги до витрат і часу. Зазвичай використовує комбінацію кількох методів та алгоритмів для досягнення найкращих результатів в оптимізації маршрутів у міжнародних вантажних перевезеннях.

Оптимізація маршрутів має суттєвий вплив на логістичну ефективність, і цей вплив проявляється в різних аспектах [3–5]:

- Покращенні маршрути допомагають зменшити витрати на паливе, оплату дорожніх зборів, оплату трудових годин водіїв та інші витрати. Це дозволяє економити гроші та підвищувати прибутковість логістичних операцій.

- Оптимізовані маршрути допомагають скоротити час доставки товарів, що особливо важливо в умовах конкуренції та зменшення терміну доставки для клієнтів.

• Модернізація маршрутів дозволяє уникати непередбачених проблем на дорогах, які можуть призвести до затримок і негативних наслідків для логістичних операцій. Внаслідок цього зменшується ризик збоїв у доставці.

• Оптимізація маршрутів може допомогти зменшити викиди CO₂ та інших забруднюючих речовин. Вона дозволяє вибирати більш короткі та менш навантажені маршрути, що сприяє сталому розвитку та досягненню екологічних стандартів.

• Покращення маршрутів забезпечує надійну доставку вантажу, що позитивно впливає на задоволеність клієнтів. За надійної доставки знижується ризик втрати клієнтів та споживчої довіри.

• Оптимізація маршрутів шляхом створення даних та інформації про процеси доставки. Ця інформація може використовуватися для постійного аналізу та удосконалення логістичних процесів.

• Зміни в легалізації, політиці, погодних умовах та інших факторах можуть впливати на маршрути доставки. Оптимізація маршрутів підприємств підприємствам швидко адаптуються до таких змін та збереження логістичної ефективності.

Усі ці фактори впливають на логістичну ефективність, сприяючи витратам, підвищенню продуктивності та задоволеності клієнтів, зниженню негативного впливу на навколишнє середовище та покращенню загальної якості логістичних операцій.

Оптимізацію маршрутів можна розглянути на реальних прикладах. Ось декілька компаній, які досягли чималих покращень у своїх логістичних операціях завдяки цьому. Amazon використовує різні технології для оптимізації доставки своїх товарів, включаючи алгоритми маршрутизації та інтеграцію даних з дронами та роботами-кур'єрами. Amazon зменшує витрати на доставку та скорочує час доставки для своїх клієнтів. United Parcel Service (UPS) використовує інформаційні системи та алгоритми оптимізації маршрутів для керування вашою глобальною мережею доставки. Вони намагаються мінімізувати кількість простоїв, витрати на паливо та викиди CO₂. А DHL використовує геопросторові технології для оптимізації маршрутів та вантажоперевезень. Вони також активно працюють над розвитком власних систем моніторингу та контролю. Українські компанії також не відстають у покращенні своїх логістичних операцій за рахунок модернізації маршрутів, а саме: «Нова пошта», «Укрпошта», «Автолюкс», «Делівері». Ці підприємства та багато інших використовують сучасні технології для досягнення більшої ефективності в оптимізації маршрутів.

Майбутні тенденції в оптимізації маршрутів для міжнародних вантажних перевезень будуть визначати розвиток технологій, змін у вимогах та зростаючих екологічних та глобальних викликів. Ось деякі ключові напрямки та їх вплив:

• Використання штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML): З розвитком AI і ML системи оптимізації маршрутів стають більш інтелектуальними. Вони можуть адаптуватися до змінених умов на шляху та навіть передбачати їх. Це дозволить зменшити витрати і підвищити ефективність [1].

• Інтернет-речі (IoT) та сенсорні технології: Системи відстеження інтернет-речей та датчики дозволяють у реальному часі контролювати стан вантажівок та дорожні умови. Це завдяки точній оптимізації маршрутів та безпеки перевезень [1].

• Електричні та автономні транспортні засоби: Запровадження електричних та автономних вантажівок може вплинути на оптимізацію маршрутів. Вони можуть бути більш ефективними та екологічно чистими, що сприяє зменшенню витрат та викиду CO₂.

• Геопросторова аналітика та картографія в реальному часі: Завдяки новим технологіям геопросторової аналітики, системи оптимізації маршрутів можуть покращити дорожні роботи, трафік, погоду та інші фактори в реальному часі, що дозволяє змінювати маршрути на леті [2].

• Екологічні вимоги та стандарти: Зростаюча увага до збереження навколишнього середовища стимулює розвиток оптимізації маршрутів для зменшення викидів CO₂. Майбутні системи оптимізації будуть активно працювати на зниження впливу на довкілля.

- Цифрові ринки та електронна комерція: Зростаючий обсяг електронної комерції вимагає ефективної системи оптимізації маршрутів для доставки замовлень клієнтам. Це можна вимагати більш точного та швидкого планування маршрутів.

- Роботизація та автоматизація: Відозміни в області автоматизації вантажних перевезень, включаючи автономні вантажівки та автоматизовані дрони, можуть вплинути на оптимізацію маршрутів, забезпечуючи ефективну та безпечну доставку.

- Зростаюча глобалізація та міжнародні вантажні перевезення: Оскільки глобалізація триває, міжнародні перевезення збільшуються. Майбутні системи оптимізації мають бути готовими обробляти складні міжнародні логістичні завдання та підтримуватися різними міжнародними нормами та стандартами [3; 5].

Таким чином, оптимізація маршрутів має величезний вплив на логістичну ефективність у міжнародних вантажних перевезеннях. Вона скоротить витрати, підвищить надійність і швидкість доставки, зменшить викиди CO₂, а також адаптується до змін у глобальному логістичному середовищі. Майбутні тенденції в цій галузі будуть визначатися розвитком технологій, змінами вимог і споживчих практик, а також наростаючими екологічними викликами.

1. Круть О. В. Аналіз та оптимізація маршрутів перевезень вантажів на базі геоінформаційних систем : дис. ... канд. техн. наук : 275. Київ, 2014. 247 с.

2. Соловйов В. М., Косенко О. В. Визначення ефективних маршрутів для міжнародних перевезень з використанням геоінформаційних систем. *Зб. наук. праць Державного університету інфраструктури та технологій. Транспортні системи та технології*. Київ, 2018. № 16. С. 76–82.

3. Марков І. О., Попель С. В. Моделювання та аналіз оптимальних маршрутів для міжнародних вантажних перевезень. *Науковий журнал Луцького національного технічного університету. Логістика: теорія та практика*. Луцьк, 2017. № 1(14). С. 58–64.

4. Кравченко С. М., Ігнат'єв В. І. Моделювання логістичних процесів у вантажних перевезеннях. *Науковий журнал Луцького національного технічного університету. Логістика: теорія та практика*. Луцьк, 2014. № 2(5). С. 83–90.

5. Пісков І. М., Климас Ю. В. Вплив оптимізації маршрутів на логістичну ефективність у міжнародних перевезеннях. *Збірник наукових праць Черкаського національного університету*. Черкаси, 2013. № 3(24). С. 94–99.

УДК 657.424

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА АВТОТРАНСПОРТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Микитюк Богдан

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

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

Компанії є зацікавленими у впровадженні інновацій, адже завдяки ним вони можуть отримати певні переваги перед конкурентами, такі як унікальність нових продуктів, зниження виробничих витрат і підвищення якості продукції. Кінцевим результатом цього є підвищення іміджу, збільшення обсягів продажів продукції, а відповідно збільшення прибутку підприємства. Але привабливість інновацій полягає не тільки в найкращих економічних результатах окремих бізнес-структур. Оскільки активна інноваційна діяльність сприяє зростанню економіки в цілому, необхідно провести комплексну оцінку її ефективності з урахуванням економічних, науково-технічних і соціальних факторів. Для комплексного аналізу інноваційної діяльності фірми необхідно використовувати різноманітні інформаційні джерела: дані спеціальних обстежень, статистичні дані Державного комітету статистики України, звітні дані фірми, реєстри бухгалтерського обліку, первинну документацію фірми. Комплексна оцінка ефективності інноваційної діяльності підприємства можна здійснювати за етапами, наведеними на рис. 1 [1].

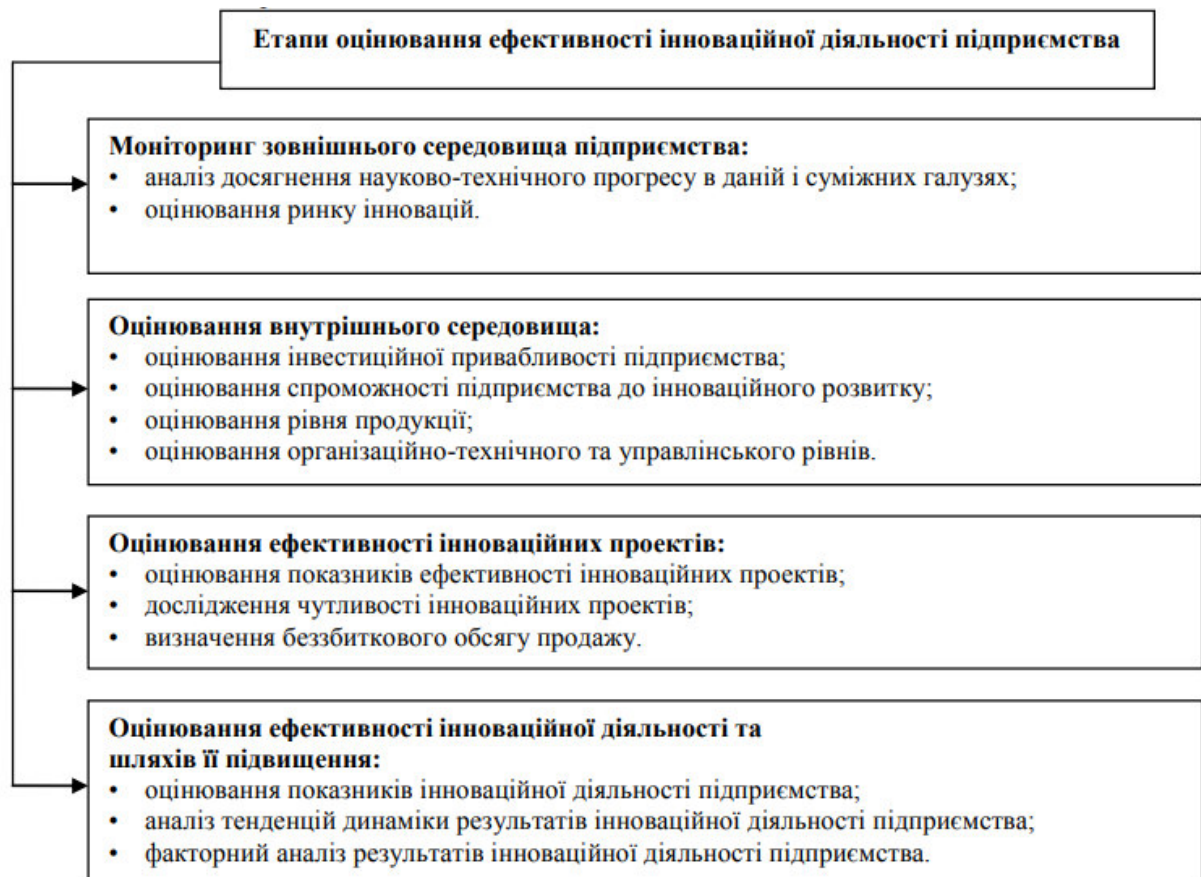


Рис. 1. Етапи оцінювання ефективності інноваційної діяльності підприємства

Інноваційна діяльність підприємства супроводжується різноманітними результатами або ефектами (рис. 2). Зокрема, розглядаються п'ять видів ефектів: економічний, науково-технічний, соціальний, екологічний та ресурсний. Про ефективність реалізації інновацій свідчать не лише економічні результати. Інновації можуть змінювати умови праці, зменшувати потребу у непоновлюваних ресурсах, створювати можливість виконання тих робіт, які дотепер були поза межами людських чи технічних можливостей, формувати нові напрями науково-технічного розвитку тощо [2].



Рис. 2. Види ефекту від реалізації інновацій

Комплексний аналіз інноваційної діяльності підприємства має на меті обґрунтувати найбільш ефективні напрямки інноваційної діяльності, інноваційні програми та проекти фірми за допомогою використання комплексу певних показників [3].

Основними завданнями аналізу є:

- визначення відповідності фінансового стану підприємства його цільовим параметрам щодо інноваційного розвитку;
- оцінка потенціалу інноваційного розвитку;
- відбір інноваційних проектів;
- оцінка показників інноваційної діяльності;
- виявлення невикористаних резервів підвищення ефективності інноваційної діяльності;
- оцінка впливу інноваційних рішень на фінансові результати діяльності компанії.

Для того, щоб залучити інвестиційні ресурси підприємству слід відповідати ряду характеристик, тобто бути інвестиційно привабливим. Інвестиційна привабливість це не тільки модель фінансово-економічних показників, але й кількісних та якісних показників –

оцінок зовнішнього середовища (політичного, економічного, соціального, правового) і внутрішньої позиції підприємства у зовнішньому середовищі, оцінка його фінансово технічного потенціалу, які можуть змінити кінцевий результат [4].

Враховуючи, що ефективність інноваційної діяльності компанії забезпечується збалансуванням ефективного функціонування різних сфер діяльності на різних етапах прийняття інноваційних рішень, доречно згрупувати показники ефективності, які відображають цикл організації «вхід – процес – вихід – вихід». За цим підходом виділяють показники ефективності, зображені на рис. 3 [1].

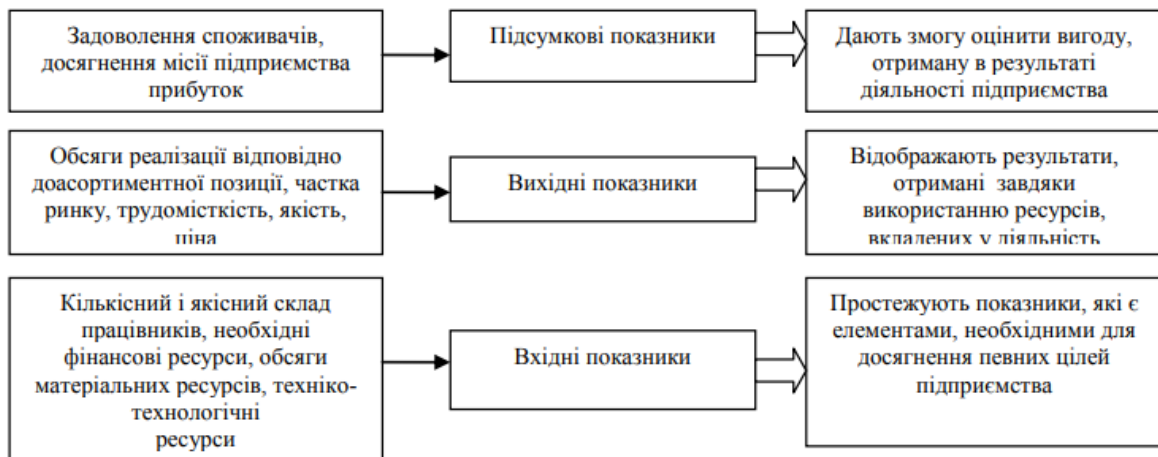


Рис. 3. Види показників ефективності

Компанії рідко вдаються до радикальних технологічних інновацій або масштабних інноваційних проектів. Більшість інновацій є коригуючими і спрямовані на зниження трудомісткості, економію матеріалів (за рахунок використання дешевших альтернатив та оптимізації переробки сировини) або енергозбереження за рахунок вдосконалення технічних засобів. Впровадження таких заходів допомагає знизити собівартість продукції. Це важливо для компаній, які реалізують стратегію мінімізації витрат або мають обмежені фінансові ресурси. Такі інновації є локальними та розроблені працівниками підприємства [5].

Таким чином, щоб забезпечити високу ефективність інноваційних заходів зростає актуальність системного, своєчасного та комплексного аналізу інноваційної діяльності підприємства. Впровадження ефективних інноваційних технологій дозволяє підприємству одержати конкурентні переваги: покращити конкурентну ситуацію на ринку свого продукту та фінансовий стан, якісно підвищити виробничий потенціал та потенціал персоналу тощо, але водночас вимагає значного часу та ресурсів.

1. Заболоцький Б. Ф. Економіка й організація інноваційної діяльності. Львів : Новий Світ, 2007. 465 с.
2. Ілляшенко С. М. Управління інноваційним ризиком: проблеми, концепції, методи : навч. посіб. Суми : ВТД «Універсальна книга», 2003. 278 с.
3. Економіка і організація інноваційної діяльності : підручник / О. І. Волков, М. П. Денисенко, А. П. Гречан та ін. ; за ред. проф. О. І. Волкова, проф. М. П. Денисенка. Київ : ВД «Професіонал», 2004. 960 с.
4. Йохна М. А., Стадник В. В. Економіка й організація інноваційної діяльності. Київ : Вид. центр «Академія», 2005. 400 с.
5. Наукова та інноваційна діяльність в Україні : стат. зб. Київ : Держкомстат, 2005. 360 с.

УДК 656.13

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВПРОВАДЖЕННЯ МЕРЕЖІ ПЕРЕХОПЛЮЮЧИХ ПАРКІНГІВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ РУХУ В МІСТІ РІВНЕ

Вікторія Никончук, Микола Яценюк

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

Паркування для водіїв автомобілів на сьогоднішній день є болючим питанням, оскільки через неякісно організовану систему паркінгу в містах часто водії не знають де їм паркувати власний автомобіль через відсутність парковок або їх недостатню кількість, а також відсутність альтернативи. Рівне за площею і населенням відноситься до середніх міст, площа міста Рівне 63 км², кількість населення 249477 людини. Проте за рівнем автомобілізації місто вже наздоганяє такі великі міста як Дніпро, Харків, Львів (рис. 1).

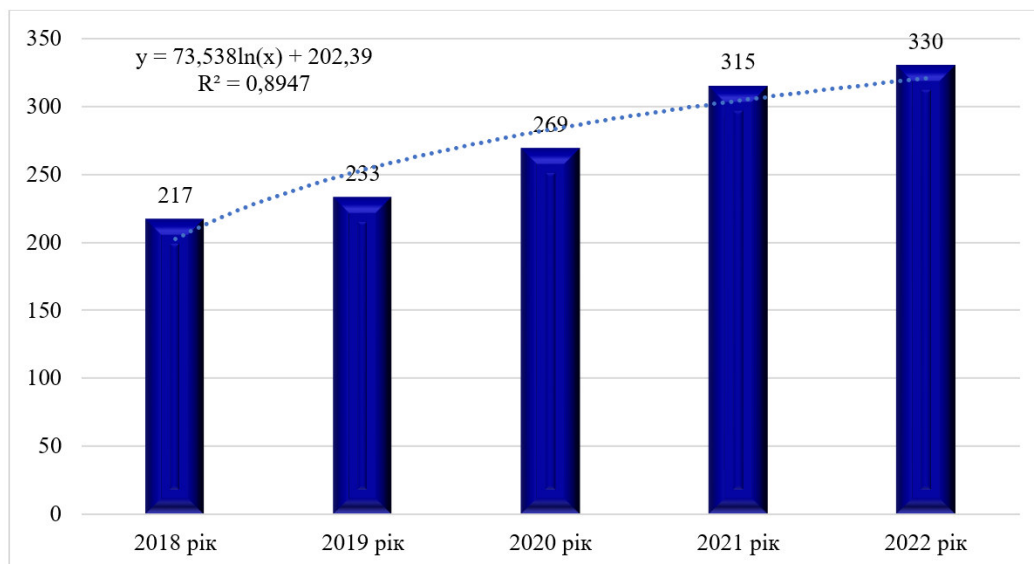


Рис. 1. Статистичні дані по рівню автомобілізації в місті Рівне авт/тис [1]

Кількість автомобілів в місті Рівне сягнула позначки 330 автомобілів на 1000 населення, що відносно площі міста є дуже високим показником, що призводить до різних проблем, таких як транспортні затори, забруднення повітря, скорочення рухомості та інші виклики для міського планування та інфраструктури [1; 2].

Одним із напрямів зменшення впливу високого рівня автомобілізації в місті Рівне та покращення якості життя мешканців є створення перехоплюючих паркінгів.

Перехоплюючі паркінги – це парковки, які розташовані за межами центру міста або інших затяжних транспортних зон і призначені для водіїв, які бажають припаркувати свої автомобілі та пересісти на громадський транспорт або інший вид транспорту, щоб подолати решту шляху в місто [1].

Основні переваги перехоплюючих паркінгів включають:

1) Зменшення автомобільного трафіку в центрі міста. Водії мають можливість залишити свої автомобілі на перехоплюючих паркінгах поза центром, що допомагає зменшити навантаження на центральні вулиці та дорожню інфраструктуру.

2) Зменшення транспортних заторів. Можливість припаркувати автомобіль поза центром міста допомагає зменшити транспортні затори та покращити рухомість на дорогах.

3) Зменшення забруднення повітря. Зменшення кількості автомобілів у центрі міста сприяє зменшенню забруднення повітря та поліпшенню якості довкілля.

4) Зручність для водіїв. Перехоплюючі паркінги мають бути розташовані в зручних місцях, де водіям легко залишити свої автомобілі та пересісти на громадський транспорт чи інший засіб пересування.

5) Економія часу та грошей. Використання перехоплюючих паркінгів може бути економічно вигідним для водіїв, оскільки це дозволяє уникнути виїзду в центр міста та зменшити витрати на паливе і паркування.

6) Підтримка громадського транспорту. Використання перехоплюючих паркінгів сприяє підтримці громадського транспорту, який може бути більш екологічно чистим та ефективним засобом пересування [1; 4].

З метою оцінки вхідних транспортних потоків в місто нами визначено ключові магістральні точки, які представлено на рисунку 2. В таблиці 1 дано характеристику кожної магістральної точки.

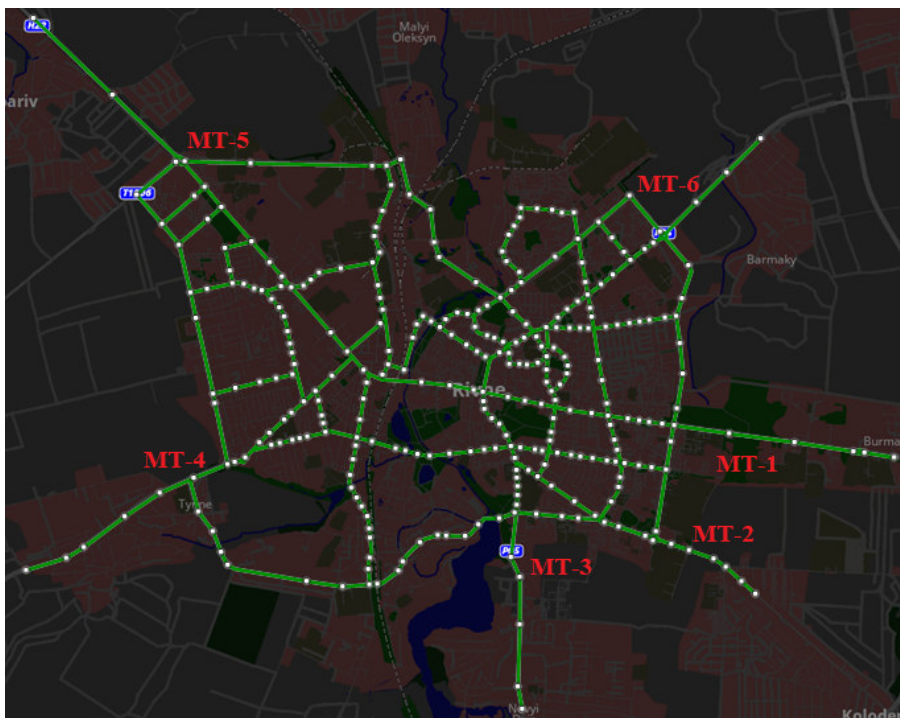


Рис. 2. Схема вулично-дорожньої мережі Рівного з магістральними точками дослідження вхідних потоків ТЗ

Таблиця

Магістральні точки дослідження інтенсивності вхідних потоків ТЗ

Магістральна точка дослідження	Місце знаходження
МТ-1	Вулиця Київська (Зоопарк)
МТ-2	Вулиця Рівненська, (Гіпермаркет FOZZY)
МТ-3	Вулиця Чорновола, (Заправка ОККО)
МТ-4	Вулиця Дубенська, (Заправка ОККО)
МТ-5	Луцьке кільце
МТ-6	Вулиця Льонокомбинатівська (Спорт)

За результатами проведених досліджень визначено кількість транспортних засобів, які в'їжджають в місто. Інтенсивність транспортних потоків представлено на рисунку 3.

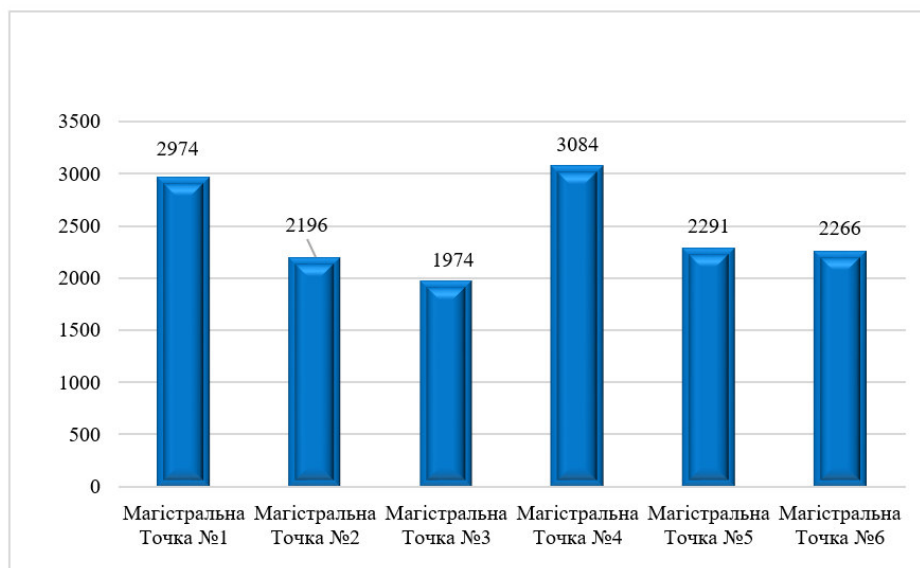


Рис. 3. Інтенсивність вхідних потоків ТЗ за повний період досліджень

Найбільший рух транспортних засобів, які в'їжджають в м. Рівне, спостерігається на магістральних точка № 1 та № 4. Ці точки розташовані на ключових автомагістралях, які проходять через місто та є важливими для транспортної інфраструктури та економіки. Тому, з метою зниження рівня інтенсивності руху ТЗ у центрі міста доцільно впроваджувати перехоплюючі паркінги.

Будівництво перехоплюючих паркінгів у ключових точках передмістя є розумним кроком для зменшення кількості автомобілів у центрі міста та покращення умов для мешканців і транспортної інфраструктури. Для розміщення перехоплюючих парковок використовуються вузли, що розташовані на радіальних схемах оскільки вони мають значні територіальні переваги для будівництва об'єктів ділової активності та сфери комплексного обслуговування. Основні планувальні рішення вузлів розміщення перехоплюючих паркінгів внутрішніх поясів мають містити «пересадочні платформи», на яких будуть здійснюватись пересадки водіїв з власних автомобілів до рухомого складу міського громадського транспорту. Над платформами розміщуються будівлі-об'єкти ділової активності і комплексного обслуговування. Розташування платформ на рівні 2 допоможе забезпечити зручний в'їзд-виїзд для індивідуального громадського транспорту [1; 3].

Проектування перехоплюючих парковок вимагає грамотного планування та координації з органами місцевого самоврядування та транспортними підприємствами, що надають послуги по перевезенню пасажирів чи вантажів. Але ця стратегія може принести значні переваги для розвитку міста і допомогти покращити якість життя їх мешканців та гостей міста [1; 4].

1. Стельмах О. В. Містобудівні принципи й методи формування систем паркування легкових автомобілів у великих та найбільших містах України (на прикладі міста Києва) : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.20. Київ, 2004. 16 с.

2. Загоруй О. О. До питання про вплив паркування на пропускну здатність вулично-дорожньої мережі. *Безпека дорожнього руху України*. 2003. № 1(2). С. 36–38.

3. Пашкевич С., Хітров І., Садовчук О. Дослідження факторів, що впливають на характеристики функціонування транспортної мережі міста. Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем : зб. матеріалів II Всеукр. наук.-техн. інтернет-конф., 9–11 листоп. 2020 р. Рівне : НУВГП, 2020. 53 с.

4. Пашкевич С. М., Никончук В. М., Кристопчук М. Є. Функціонування громадського транспорту у соціальному просторі міста. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. Луцьк : ЛНТУ, 2022. № 2(19). С. 161–173. URL: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal-mbf/article/view/915> (дата звернення: 15.10.2023).

УДК 656.033

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ТАРИФІВ НА ВИДАХ ТРАНСПОРТУ

Катерина Остапіна

Науковий керівник – ст. викл. Пашкевич С. М.

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

Тарифами є комплекс ставок, за якими стягується оплата за надане обслуговування. Вони необхідні для розрахунків вартості послуг. Як і ціна на продукцію промисловості тарифи є грошовим уявленням ціни, що залежить від необхідних транспортних витрат, які збільшують собівартість товару, що перевозиться.

Ключове, що має гарантуватися у процесі перевезення – отримання прибутку транспортною організацією, а також відшкодування транспортних витрат.

При побудові тарифу різних видів транспорту собівартість може бути різноманітною, проте на кожному виді транспорту в собівартість входять різні витрати. Тому система тарифів на різних видах транспорту має власні особливості [1].

На автотранспорті застосовуються тарифи:

- Почасові. Вони використовуються з метою оплати за певний час роботи автомобіля та за кожен кілометр пробігу з урахуванням його вантажопідйомності;

- Відрядні. Передбачають оплату, якщо відомий точний обсяг вантажу, що перевозиться. Важливе значення для розрахунку вартості має відстань перевезення, клас вантажу;

- Покілометрові – передбачають оплату з урахуванням моделі, типу транспортного засобу, його вантажопідйомності та пробігу;

- За умовну одиницю. Система використовує укрупнені та спрощені вимірники транспортних послуг, за якими розраховується тарифна плата. Використовується у випадках, коли АТП постійно обслуговує одного і того ж відправника вантажу, і перевезення здійснюються на постійних маршрутах.

У деяких країнах існують різні дорожні збори та податки за проїзд іноземних транспортних засобів по своїй території.

Міжнародний тариф наведено до транспортних засобів вантажопідйомністю 20 т або об'ємом кузова 82 м³. Якщо необхідний транспортний засіб має інші характеристики, то проводиться коригування тарифної ставки. Послуги з укладеного договору оплачуються на доставку вантажу до пункту призначення, тому у зворотному напрямку встановлюються найнижчі тарифи [2].

Особливості формування тарифів на автомобільному транспорті визначаються типом ринку, що називається монополістичною конкуренцією. У цьому випадку пропозиції кількох десятків тисяч перевізників задовольняють попит кількох сотень тисяч вантажовласників. Відмінною рисою ринку автотранспортних перевезень є його однорідність послуг, що надаються.

У разі, якщо власник згоден сплатити перевізнику покілометровий тариф за весь шлях незважаючи на кількість вантажу, розміщеного в транспортному засобі, то у такому разі перевізник зобов'язаний забезпечити вантажо-місткість рухомого складу вантажовласнику.

Вартість послуги міжнародного перевезення застосовуються на базі середньоринкових та базових ставок за автомобільними вантажними перевезеннями, а також залежить від сезону, обсягів перевезень тощо [2].

На залізничному транспорті витрати на транспортування вантажів на різних зонах дороги різняться.

Вони залежать від певних факторів, наприклад, від виду локомотива, від вантажонапруги ділянок доріг. Тарифи на залізничному транспорті контролюються державою та розробляються загальними для держави.

За основу приймають собівартість вантажних перевезень,

яка розраховується по всьому вантажообігу та в залежності від дальності пробігу. До основних індикаторів, що надають вплив на розмір тарифу відносяться: кількість вантажу, швидкість та відстань перевезення, вид вантажу [3].

Відповідно до виду відправлення тарифи поділяються на повагонні, контейнерні, малотоннажні, дрібні.

Повагонний тариф розраховується на базі ставки за вагон за певної норми його завантаження. Контейнерні тарифи застосовуються залежно від використання вантажопідйомності контейнера. Плата за транспортування формується за встановленим на базі тарифних схем розрахункових таблиць, що включає значення величини плати за перевезення на тарифну відстань. Мінімальна плата за перевезення вантажів встановлюється на відстань 50 км.

Тарифи, що використовуються на залізничному транспорті:

- загальні тарифи, згідно з якими провізна плата обчислюється для переважної маси вантажів;
- пільгові тарифи;
- виняткові тарифи (при перевезенні до певних напрямків та на заздалегідь задані відстані);
- місцеві тарифи (при перевезенні дорогами місцевого повідомлення).

Крім того, стягується додаткова плата за деякі послуги, наприклад, перевірка вантажів, зберігання, прибирання вагонів тощо. Такі платежі називаються зборами [4].

На водному транспорті тарифи розглядаються для річкового та морського видів водного транспорту.

Для річкового виду транспорту тарифи розраховуються пароплавствами без допомоги інших підприємств з урахуванням кон'юнктури ринку. Базою визначення розміру тарифу є первісна вартість послуг.

Для морського виду транспорту ціна визначається на основі лінійного тарифу чи фрахтової ставки. У разі якщо транспортування ніяк не пов'язане з постійними областями плавання, портами навантаження та вивантаження, то оплата здійснюється згідно з фрахтовою ставкою. Вона залежить від кон'юнктури фрахтового ринку, виду та характеристик вантажу. Ціна транспортування вантажів здатна існувати у вигляді тарифу на постійних лініях чи фрахтової ставки на непостійних лініях.

Ставка знаходиться у прямій залежності від витрат та ризиків перевізника, пов'язаних із збереженням вантажу, платоспроможності відправника вантажу, інтересу держави в залученні вантажів.

Фрахтом називається ціна за перевезення вантажу, встановлена за погодженням між вантажовласником та перевізником на конкретне перевезення на морському виді транспорту. В даний час поняття «фрахт» знаходить застосування також на інших видах транспорту.

Для важливих і цінних вантажів ставка може визначатися у відсотках від страхової вартості товару.

Для того, щоб застосувати тариф, потрібно погодити правила визначення маси вантажу, надбавки до базисних ставок, зміна курсу валюти.

Проте тариф, що встановлюється на морському транспорті має деякі недоліки: система складна у використанні, є різні тарифи для схожих вантажів, немає чіткого порядку та правил сплати фрахту [5].

Вантажний тариф на повітряному транспорті розраховується за 1 кг вантажу від пункту відправлення до пункту призначення. Тарифи на перевезення вантажу повітряним транспортом встановлюються авіакомпаніями і можуть змінюватися в залежності від пори року, політики авіакомпаній та економічної кон'юнктури. Відмінною рисою застосування вантажних тарифів на повітряні перевезення є визначення ваги вантажу брутто, у якому обчислюватиметься тариф.

Отже, транспортні тарифи на кожному виді транспорту мають свої особливості формування та застосування. Тариф має дуже важливе значення у визначенні вартості перевезення. На деяких видах транспорту є свої встановлені стандарти застосування тарифів. Формування тарифів проводяться залежно від цілей та завдань, які стоять перед транспортною організацією. Діяльність підприємств різних видів транспорту має різну спрямованість. На тариф кожного транспорту впливають різноманітні фактори, які відрізняються залежно від виду транспорту. При встановленні тарифів в Україні головними завданням є вирішенні соціально-економічних завдань, таких як підвищення конкурентоспроможності національних підприємств; залучення транзитних обсягів.

1. Транспортні тарифи. URL : <http://elib.bsut.by>. (дата звернення: 15.10.2023).
2. Особливості ціноутворення на різних видах транспорту. URL : <https://bstudy.net>. (дата звернення: 15.10.2023).
3. Кристопчук М. Є., Лобашов О. О. Приміські пасажирські перевезення. Харків : НТМТ, 2012. 224 с.
4. Турченко М. О., Швець М. Д., Кірічок О. Г., Кристопчук М. Є. Планування діяльності автотранспортного підприємства. Рівне : НУВГП, 2017. 367 с.
5. Никончук В. М. Інтелектуальний капітал та його роль у формуванні конкурентної національної економіки. *Бізнес Інформ*. 2020. № 5. С. 106–111. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-5-106-111>. (дата звернення: 15.10.2023).

УДК 656.2

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОБОТИ НА ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЗАСОБІВ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

Оксана Пестременко-Скрипка, Олена Ложечка, Олена Коваленко

*Український державний університет залізничного транспорту,
майдан Фейєрбаха 7, м. Харків, 61050*

Зовнішньоекономічна та митна політика держав і союзів під впливом глобалізації, інтеграційних процесів і пов'язаних з ними викликів сучасності є мінливою динамікою, яка шляхом постійної трансформації та адаптації веде до нових економічних і торгових умов. Для нарощування експортних можливостей української економіки Україна та Польща здійснюватимуть спільний митний контроль та планується створення спільного залізничного підприємства [1]. Тому діючі пункти пропуску потребують модернізації, встановлення сучасних інформаційних технологій для скорочення часу проведення митних та прикордонних процедур при здійсненні міжнародних вантажних перевезень залізничним транспортом. Впровадження інноваційних технологій має забезпечити автоматизоване обладнання для перевірки вантажів при перетині митного кордону, створення та здійснення сканування всіх необхідних митних документів в електронному вигляді, визначення митної вартості та коду товару за допомогою технології штучного інтелекту і таке інше. Таким чином існує необхідність вдосконалення процедур митного контролю та оформлення при перевезенні міжнародних вантажів залізничним транспортом в умовах цифрової трансформації.

Можливим вирішенням проблеми простоїв на прикордонних передавальних станціях та їх скорочення можуть бути:

- всі операції, що пов'язані з митним оглядом, перенести на територію країни, що випускає міжнародні вагони з вантажем для спільного огляду і оформлення документів обома сторонами. Щодо поїздів з однорідним вантажем митне оформлення повністю виконувати на станціях формування поїздів без контролю на виїзді за принципом довіри до контролюючого органу сусідньої держави;

- на станції формування приділити особливу увагу оформленню вантажних документів. Помилки при митному оформленні вантажів спричиняють простої міжнародних вантажопотоків на прикордонних передавальних станціях, зокрема і для додаткового зважування вантажів. Впровадження чіткого контролю навичок працівників при прийманні до роботи та періодичний контроль знань вже існуючого штату працівників з метою підвищення кваліфікації;

- забезпечення якісним зв'язком та завчасною і повною інформативністю вантажовласників, працівників залізниці та служби контролю;

- необхідно забезпечити залізницею застосування електронного обміну даними між сусідніми державами;

- необхідно використовувати методологію системного підходу у розробленні задачі мінімізації простоїв міжнародних вагонопотоків на прикордонній передавальній станції за рахунок впровадження спрощеної технології обробки.

В даний час на мережі залізниць України створено цілий ряд інформаційних, інформаційно-керуючих, автоматизованих і автоматичних систем, які стали невід'ємною частиною технології перевізного процесу та системи управління залізничним транспортом в цілому. Ефективність експлуатації цих систем істотно знижується через відсутність або недостатність розвитку на їх базі інформаційно-аналітичних надбудов, що вирішують

завдання підтримки прийняття рішень з використанням математичних методів аналізу та обробки інформації.

В Україні діють загально мережні інформаційно-керуючі автоматизовані системи управління перевезеннями, які оновлюються за рахунок впровадження перспективних інформаційних технологій. В Україні працює система НАСК УЗ – національна автоматизована система керування Укрзалізниці.

Єдина інформаційно-керуюча система прикордонних передавальних станцій транспортної системи залізниць України повинна з часом привести до становлення злагодженої системи обміну інформаційними даними між вантажовідправниками, вантажоодержувачами, станціями, прикордонними, митними та іншими органами державного контролю, власниками вантажів, рухомого складу тощо.

Виходячи з цього, виникає потреба в проведенні комплексного дослідження і вирішенні задачі удосконалення інформаційно-керуючих систем прикордонних передавальних станцій за рахунок впровадження системи управління ризиками (СУР), заснованої на принципі вибіркості оглядових операцій при переробці міжнародного вантажопотоку, що спирається на аналіз можливості виникнення ризиків незаконних переміщень вантажів через митний кордон України [2].

Система управління ризиками, як і будь-яка інша система, має свої особливості, що впливають із сфери, цілей і завдань її застосування. У сфері митної справи це, по-перше, гарантія вибіркості та адекватності митного контролю, а по-друге, обмеження до мінімуму необхідних митних формальностей. Таким чином, прагнучі досягти належного балансу між спрощенням торгівлі та регулятивним контролем, митниця повинна одночасно керувати двома ризиками – потенційною нездатністю сприяти міжнародній торгівлі та можливістю недотримання митного законодавства. Застосування принципів управління ризиками забезпечує засоби досягнення цього балансу. Митний контроль, заснований на застосуванні системи управління ризиками, може бути автоматизованим, ручним або комбінованим, причому перевага надається автоматизованому та комбінованому митному контролю. Комбінований контроль включає автоматичне та ручне таргетування, тобто аналіз та оцінку ризиків зовнішньоторговельних операцій та визначення тих, які підлягають додатковій перевірці. Тому, недоцільно зводити весь комплекс заходів, що здійснюються в рамках застосування системи управління ризиками, виключно до використання автоматизованого відбору ризикових ситуацій або обмежувати митний контроль застарілим підходом тотальної фізичної перевірки. Відповідно, систему управління ризиками можна визначити як цілісність інструментів управління ризиками шляхом ручного, автоматизованого та комбінованого митного контролю, заснованого на принципі вибіркості в рамках перевірок, необхідних для забезпечення дотримання митного законодавства.

1. Ukraine, Poland agree on joint customs control to ease movement of people, goods. Reuters : URL: https://www.reuters.com/world/europe/ukraine-poland-agree-joint-customs-control-ease-movement-people-goods-2022-05-23/?taid=628b06c69c851e00019da5ab&utm_campaign=trueAnthem:+Trending+Content&utm_medium=trueAnthem&utm_source=twitter. (дата звернення: 15.10.2023).

2. Пестременко-Скрипка О. С., Берестова Т. Т. Удосконалення системи передачі міжнародного вагонопотоку на прикордонних передавальних станціях. *Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна*. 2019. Вип. 17. С. 48–54. URL: http://tstt.diit.edu.ua/article/view/178215/pdf_157. (дата звернення: 15.10.2023).

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ МІЖНАРОДНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Оксана Пестременко-Скрипка, Аліна Одінцова, Аліна Бестиянець

*Український державний університет залізничного транспорту,
майдан Фейєрбаха 7, м. Харків, 61050*

Система електронного обміну даними повинна відповідати міжнародній транспортній інфраструктурі, базуватися на узгоджених технічних параметрах і задовольняти потреби сумісності технологій перевезень як критерій інтеграції національної транспортної системи в світову систему. Для прискорення обміну даними, що пов'язані з перевезенням вантажів, доцільне впровадження новітніх інформаційних систем, що забезпечать взаємодію різних електронних систем окремих залізниць [1].

Одним із факторів, що впливає негативно на транспортний процес, є нерівномірність залізничних перевезень. Неузгодженість дій вантажовласників із суміжними органами держави призводить до затримок вагонів через тривале проведення митних операцій.

Простій затриманих вагонів на прикордонних передавальних станціях призводить до нераціонального невиробничого використання колійного розвитку станції, додаткового використання локомотивного і вагонного парку, сортувальних пристроїв, скорочення пропускної спроможності напрямів, що зв'язують сусідні держави, збільшення часу обороту вагонів. Вирішити ці проблеми дозволить застосування системи управління ризиками (СУР) [2].

Система управління ризиками в митних органах – це спрощення митного контролю з використанням принципу оцінки ризику. Раніше в європейських державах здійснювався тільки вибіркового контролю, тобто досконально оглядалися 10–15% від усього товаропотоку. Таким чином, виникла система митного контролю, при якій співробітники митних органів повинні заздалегідь знати про те, які вантажі, на яких напрямках і в яких обсягах повинні бути перевірені. Важливим моментом є застосування автоматизації та інформаційних технологій у цьому питанні.

Для оцінки ризику та визначення величини його впливу, можуть використовуватись різноманітні рейтингові системи. Здебільшого, поширена система «високий, середній та низький ступінь ризику» або використовуються три зони: зелена, жовта і червона. Використання даних про ризик, його оцінка, повинні застосовуватись, враховуючи основні фактори впливу при здійсненні експортно-імпортних операцій, а саме: вид сполучення (імпорт, реімпорт, експорт, реекспорт, транзит, тимчасове ввезення/вивезення), класифікація вантажу, походження вантажу, обсяг вантажу, митна вартість вантажу, декларування вантажу, дані про характеристики/властивості вантажу, дані про підстави надання пільг зі сплати митних платежів, довжина поїзда, тип рухомого складу, кількість обслуговуючих бригад та кількість працівників у них, технічне обладнання прикордонної передавальної станції, митне оформлення та ін. [2].

Високий ступінь ризику (червона зона), як правило, говорить про те, що із високою імовірністю ризик може виникнути та мати серйозні наслідки. Заходи по запобіганню таких ризиків повинні доводитись до вищого керівництва та, можливо, узгоджуватись із загальним планом контрольних заходів (документальний контроль і повний фізичний огляд).

Ризики середнього ступеню (жовта зона) має меншу імовірність виникнення. Здійснюється документальний контроль і по його результатах ухвалюється рішення про необхідність проведення фізичного огляду (повного або часткового).

Низький ступінь ризику (зелена зона) вважається прийнятним і може бути оцінений як стандартний. Він не обов'язково вимагає виконання будь-яких дій або процедур.

Отже, при впровадженні даних інформаційних системах на прикордонних передавальних станціях залізниця одержує для себе ряд переваг таких як зниження експлуатаційних витрат на перевезення за рахунок:

- зменшення трудових затрат на підготовку, передачу, обробку перевізних документів при міжнародних перевезеннях вантажів, разом з транзитними перевезеннями;
- зменшення втрати часу, що пов'язані з очікуванням обробки перевізних документів та виконання митних процедур при перетинанні межі в пунктах пропуску;
- покращення використання транспортних засобів та транспортного обладнання (приклад: зменшення випадків повернення через недостовірну інформацію);
- зменшення випадків втрати вантажів, роз'єднання вантажів та документів на них.

1. Пестременко-Скрипка О. С., Берестова Т. Т. Удосконалення системи передачі міжнародного вагонопотоку на прикордонних передавальних станціях. *Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна*. 2019. Вип. 17. С. 48–54. URL: http://tstt.diit.edu.ua/article/view/178215/pdf_157. (дата звернення: 15.10.2023).

2. Альошинський Є. С., Пестременко-Скрипка О. С. Застосування системи управління ризиками на прикордонних передавальних станціях України при здійсненні міжнародних вантажних перевезень. *Українська залізниця*. 2017. № 9–10 (51–52). С. 50–56.

НОВІ ВИКЛИКИ ПЕРЕД ДОСТАВКОЮ ОСТАННЬОЇ МИЛІ

Галина Півторак, Роман Славінський, Владислав Микитюк

*Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79012*

Доставка останньої милі є загальним терміном для широкого спектру різноманітних послуг доставки як частини міської логістики. Більшість дослідників під логістикою останньої милі розуміють останню частину послуги доставки посилок «бізнес-споживач» (B2C), де відправлення доставляється одержувачу або до нього додому, або до пункту отримання [1]. Основними чинниками зростання обсягів доставки «останньої милі» є зростання кількості міського населення та онлайн-торгівля, яка безпосередньо пов'язана з доступом до інтернет-мережі [2]. Згідно даних порталу Statista, частка інтернет-користувачів в Європі, які здійснюють онлайн-покупки, зросла з 65% у 2017 році до 75% у 2022 році. Україна також слідує загальноєвропейським та європейським тенденціям (рис. 1).

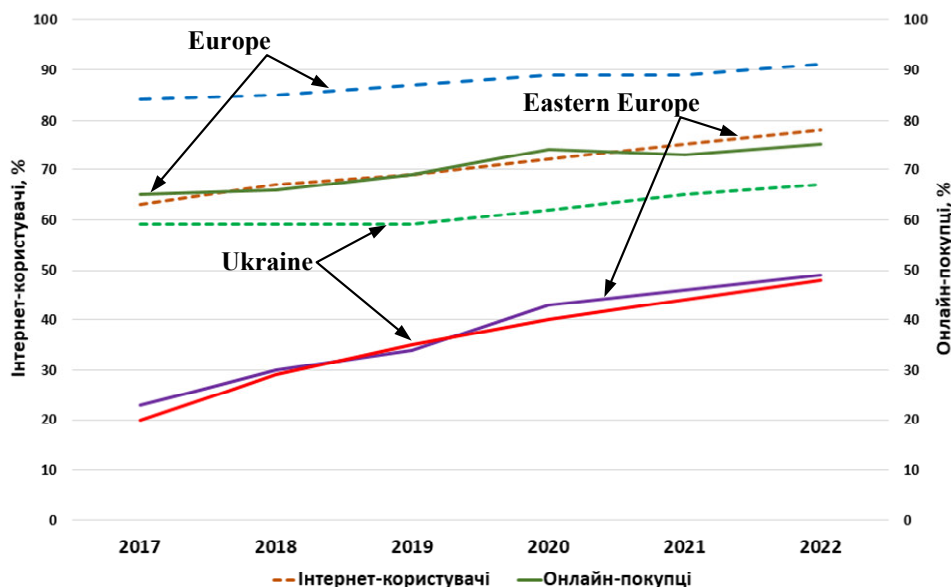


Рис. 1. Зміна частки інтернет-користувачів та онлайн-покупців за період з 2017 по 2022 рік (за даними Statista)

За період з 2017 по 2022 рік частка інтернет-користувачів в Україні зросла з 59% від загальної кількості населення до 67% (на 8%). Це дещо менше, ніж середні темпи зростання цього показника в Східній Європі (з 63% до 78% – на 15%). Проте зростання кількості онлайн-покупців за цей період є стрімкішим і становить для України 28% (від 20% до 48%), що на рівні із середнім значенням для країн Східної Європи (26% – від 23% до 49%). Фактичні значення цих показників є нижчими за середньоєвропейські значення, тому, згідно з прогнозами, український ринок онлайн-торгівлі тільки зростатиме. А це безпосередньо веде до збільшення потреби в доставці останньої милі.

Зростаючий попит на посилки в містах призводить до збільшення міського вантажопотоку [3]. Це збільшує ймовірність утворення заторів і негативно впливає на здоров'я, навколишнє середовище та безпеку. Тому задоволення потреб населення в доставці з одночасним врахуванням рекомендацій Цілей сталого розвитку ООН щодо сталого транспорту вимагає нових підходів.

Всі концепції доставки останньої милі можна поділити на три групи [2]:

- концепції, які вже практикуються (доставка вантажними автомобілями, вантажними велосипедами та концепція самообслуговування – люди самі забирають посилки з пунктів видачі);

- концепції найближчого майбутнього, необхідна технологія для яких зараз знаходиться на етапі оцінки (дрони, роботи, краудшипінг);

- концепції віддаленого майбутнього, де критичні технологічні компоненти все ще знаходяться в стадії розробки (безпілотні автомобілі, вантажні тунелі).

Краудшипінг є відносно новою ідеєю, яка має на меті підвищення стійкості міського вантажного транспорту шляхом поєднання економіки спільного використання та логістики [4]. Ця концепція наразі активно розглядається в теоретичних дослідженнях, проте має мало практичних реалізацій.

Під час проведення онлайн-опитувань у м. Львові щодо ставлення населення до краудшипінгової доставки їм задавали таке запитання: «Як ви ставитеся до можливості отримувати замовлений товар через сервіс краудшипінгу»? Розподіл отриманих відповідей подано на рис. 2 (обсяг вибірки – 197 відповідей).

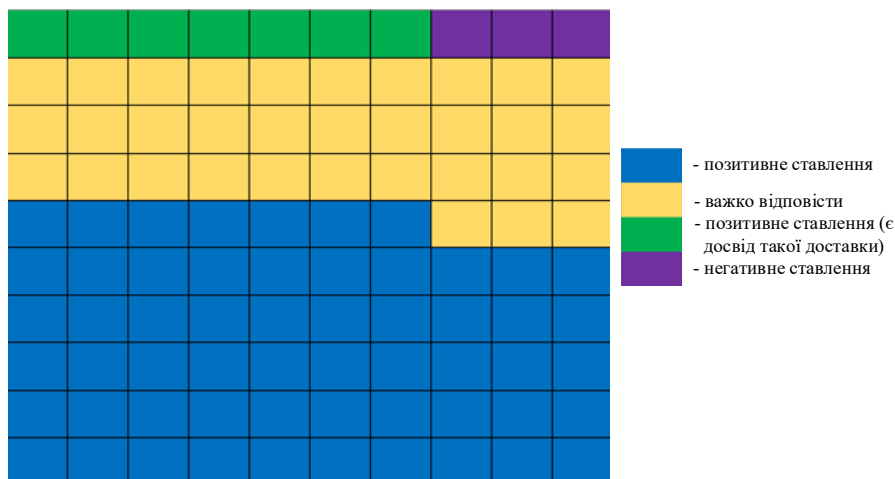


Рис. 2. Ставлення населення до краудшипінгової доставки (результати опитувань у м. Львові)

Результати опитувань свідчать про перспективи краудшипінгової доставки замовлень: всі, хто застосовував таку доставку, мають від неї позитивні враження (проте лише 7% опитаних мають такий досвід), ще 57% опитаних позитивно сприймають ідею краудшипінгу. Проте третина опитаних не змогла відповісти на це запитання, що свідчить про недостатню поінформованість населення про концепцію краудшипінгу. Тому зацікавлені сторони процесу повинні сприяти збільшенню знань про краудшипінг, адже саме велика кількість учасників краудшипінгової спільноти забезпечує ефективність такої доставки.

1. Lim S. F. W. T., Jin X., Srai J. S. Consumer-driven e-commerce: A literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 2018. Vol. 48, I. 3. P. 308–332. DOI 10.1108/IJPDLM-02-2017-0081.

2. Boysen N., Fedtke S., Schwerdfeger S. Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective. *OR Spectrum*. 2021. Vol. 43. P. 1–58. URL: <https://doi.org/10.1007/s00291-020-00607-8> (дата звернення: 15.10.2023).

3. Comi A., Nuzzolo A. Exploring the relationships between e-shopping attitudes and urban freight transport. *Transp. Research Procedia*. 2016. Vol. 12. Pp. 399–412. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.075> (дата звернення: 15.10.2023).

4. Strulak-Wójcikiewicz R., Wagner N. Exploring opportunities of using the sharing economy in sustainable urban freight transport. *Sustainable Cities and Society*. 2021. Vol. 68. P. 102778. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102778>. (дата звернення: 15.10.2023).

УДК 656.1

ВИВЧЕННЯ ПОВЕДІНКИ ПАСАЖИРІВ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Уляна Плекан, Олег Цьонь

*Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя,
вулиця Руська, 56, Тернопіль, Тернопільська область, 46001*

Послуги транспорту включають в себе надання доступу до транспортних засобів та їхнього використання для перевезення вантажів або пасажирів з одного місця до іншого. Транспортування не має матеріальної форми, базується на наданні послуг, спрямованих на задоволення потреб клієнтів у переміщенні. Даний вид діяльності важливий для задоволення потреб клієнтів щодо зручного та ефективного транспортування, а також відіграє значну роль у забезпеченні мобільності населення та підтримки різних господарських процесів, таких як логістика, постачання товарів та розвиток бізнесу.

Підвищення конкурентоспроможності автомобільного транспорту є важливим завданням сьогодення, а вивчення поведінки пасажирів займає важливу нішу в досягненні цієї мети. Вивчення поведінки пасажирів дозволяє автоперевізникам краще розуміти потреби своїх клієнтів, що призводить до вдосконалення сервісу, забезпечення комфорту та безпеки для пасажирів, а також врахування їхніх індивідуальних вимог.

Аналіз потреб пасажирів допомагає оптимізувати маршрути та розклади транспортних засобів. Оптимізація маршрутів та розкладів дозволить зменшити кількість порожніх поїздок, а отже, зменшити викиди вуглецю та сприятиме більш сталому розвитку автотранспорту. Враховуючи попит на перевезення в розрізі окремих напрямків та годин, автотранспортні організації можуть забезпечити ефективний та зручний рух транспорту. Розуміння того, як використовуються транспортні ресурси, дозволяє зменшити зайві витрати та підвищити ефективність використання автопарку.

Інформація щодо критеріїв відбору пасажирями транспортних послуг і факторів, що впливають на вибір останніх, лягає в основу вдосконалення маркетингових стратегій та рекламних заходів автоперевізників, покращуючи сферу маркетингу та реклами.

Зазначене свідчать про важливість вивчення поведінки пасажирів для підвищення конкурентоспроможності автомобільного транспорту та забезпечення якісних та ефективних послуг для споживачів.

Пасажирський автомобільний транспорт відіграє важливу роль на транспортному ринку, і для забезпечення стійкості його розвитку транспортні компанії повинні постійно підвищувати якість пасажирських перевезень. Пасажирський сектор заслуговує на таку ж увагу, як і сектор перевезень вантажів, оскільки є одним із найпопулярніших способів переміщення для громадян.

Дослідження реакцій споживачів на надання послуг пасажирського автомобільного транспорту може призвести до розкриття різних аспектів:

1. Дослідження розкриває мотиваційні аспекти: чому споживачі обирають пасажирський автомобільний транспорт, а також фактори, що перешкоджають рішенням споживачів.
2. Розгляд споживчого процесу окреслює, як споживачі отримують інформацію та приймають рішення про використання автомобільного транспорту.
3. Аналіз розкриває, які види транспорту та види послуг є лідерами на ринку із виділенням причин та факторів.
4. Визначення термінів і часу використання послуг перевезення є корисним для планування розкладів і оптимізації роботи транспортних служб.

5. Дослідження встановлює відношення споживачів до якості та часу надання послуг, а також як це впливає на задоволеність запитів споживачів.

6. Розбір психосоціальних критеріїв споживачів допомагає створити типологію клієнтів і враховувати індивідуальні потреби.

Ретельне дослідження розкриває, як певний вид транспортних послуг може вплинути на смак⁷. і і звички споживачів.

Можна виділити наступні результати дослідження ринку пасажирських перевезень автомобільним транспортом:

- оцінка мотивації пасажирів;
- порівняння видів транспорту, їх переваг і недоліків;
- розширення спектра послуг;
- визначення ключових питань для вирішення в сфері обслуговування пасажирів.

Комплексна концепція обслуговування пасажирів в автомобільному транспорті повинна враховувати низку напрямів, зокрема:

- максимізація комфорту перевезення для пасажирів;
- оптимізація графіка руху шляхом врахування забезпеченості додатковими послугами при перевезенні пасажирів до їхнього пункту призначення;
- модернізація пасажирських приміщень для забезпечення комфорту та безпеки перевезення;
- розширення діяльності спеціалізованих сервісних центрів для надання допоміжних послуг та консультацій пасажирам;
- інформування про ціни, розклади, умови послуг та правила перевезень.
- гнучкість та індивідуалізація процесу перевезення з врахуванням потреб різних пасажирів.
- врахування екологічності транспортування, використання більш екологічних транспортних засобів;
- підвищення кваліфікації та навчання водіїв та персоналу;
- відповідальна поведінка компанії у разі непередбачених обставин, що є запорукою збереження довіри клієнтів.

Автомобільна транспортна компанія, що проводить вивчення поведінки пасажирів та притримується вказаних принципів, створює собі позитивний імідж і підтримує конкурентоспроможність на ринку пасажирських перевезень. Зазначимо, що важливою є також здатність керівників і працівників на всіх рівнях визнавати власні помилки та недоліки та готовність до їх коригування для покращення відносин із пасажирами.

Підвищення якості послуг автомобільного пасажирського транспорту через маркетингові дослідження щодо поведінки пасажирів має потенціал позитивно вплинути на всі аспекти функціонування транспортних підприємств. Врахування інформації щодо поведінки пасажирів призводить до важливих результатів у функціонуванні всієї транспортної фірми і оптимізації діяльності, ефективного використання ресурсів і підвищення мотивації персоналу, збільшення кількості пасажирів, які користуються послугами автомобільного транспорту, зменшення витрат на рекламу у довгостроковому періоді, збільшення обсягів перевезень та зменшення витрат, що призводить до збільшення прибутків компаній.

Таким чином, автоперевізники, які активно вивчають поведінку своїх пасажирів та реагують на їхні потреби, незмінно отримують конкурентну перевагу на ринку транспортних послуг, сприяють залученню та утриманню клієнтів на довгостроковій основі.

1. Мирошніченко Ю., Яковенко В. Маркетинговий підхід до визначення потреб користувачів транспортних послуг. *Економічний аналіз*. 2012. Т. 11 (2). С. 345–348.

УДК 656.13

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ШУМУ ПРИСКОРЕННЯ ТА КІЛЬКОСТІ КОНФЛІКТНИХ СИТУАЦІЙ НА ВУЛИЧНІЙ МЕРЕЖІ

Олексій Прасоленко, Віталій Чумаченко

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
вул. Марша Бажанова, 17, м. Харків, 61002*

Рух транспортних потоків у містах потребує високого рівня організації та безпеки дорожнього руху. Роль транспортної інфраструктури є дуже важливою. Аналіз кількості ДТП у містах порівняно з кількістю автомобілів показав, що проблема забезпечення безпеки руху потребує впровадження ефективних заходів щодо організації та регулювання дорожнього руху у конфліктних зонах транспортної інфраструктури. Конфліктними зонами транспортної інфраструктури вважаються місця, де водії не мають можливості уникнути ДТП, якщо не буде виконано маневр або гальмування. Кожна перешкода: гальмування автомобіля лідера, раптове перелаштування в транспортному потоці одразу викликають зміну швидкості і прискорення. Внаслідок дій водія з маневрування або гальмування виникають критичні поздовжні та поперечні прискорення, виникає конфліктна ситуація. Конфліктні ситуації можна розділити за видами відповідно до прискорення (таблиця).

Таблиця

Параметр	Конфліктні ситуації за рівнем небезпеки		
	Рівень небезпеки		
	Не значні, K_1	Середні, K_2	Критичні, K_3
Продольне прискорення, м/с^2	1,7–2,79	2,8–3,89	>3,9
Поперечне прискорення, м/с^2	1,0–1,29	1,3–1,69	>1,7

Методом простим і ефективним для дослідження конфліктів є використання індивідуального автомобіля з реєструючою апаратурою. Для дослідження параметрів руху по маршруту, ми використовували прилад rascalogic «VideoVbox» [1]. Даний прилад використовує систему GPS та дозволяє в режимі реального часу синхронно з відео фіксацією виконувати запис швидкості, прискорення, координат пересування, траєкторій і інших параметрів з точністю до двох знаків після коми. Приклад замірів швидкості руху та прискорень представлено на рис. 1.

Шум прискорення – це математично виражене стандартне відхилення прискорення (сповільнення) від рівномірної швидкості транспортного засобу. Шум прискорення визначається за формулою [2]:

$$\sigma_a = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a^2 dt \right]^{1/2}, \quad (1)$$

де σ_a – шум прискорення, м/с^2 ;

T – час, протягом якого автомобіль знаходиться в русі (загальний час, за який автомобіль долає ділянку за вирахуванням втрат часу на затримки);

a – прискорення автомобіля.

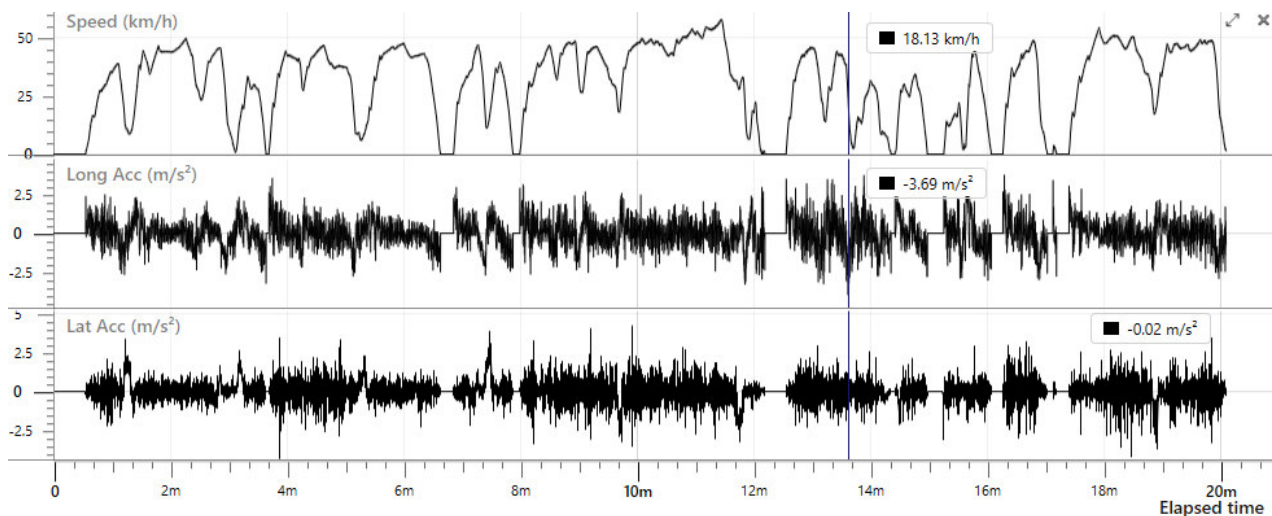


Рис. 1. Приклад реєстрації параметрів руху автомобіля

Дослідження впливу шуму прискорення на кількість конфліктних ситуацій виконували міських вулицях різної категорії. При значеннях шуму прискорення більше $1,0 \text{ м/с}^2$ кількість небезпечних ситуацій збільшувалась від 3 одиниць до 7 в середньому (рис. 2). Це вказує на складні умови руху, вплив характеристик дорожнього руху та особливостей транспортної інфраструктури.

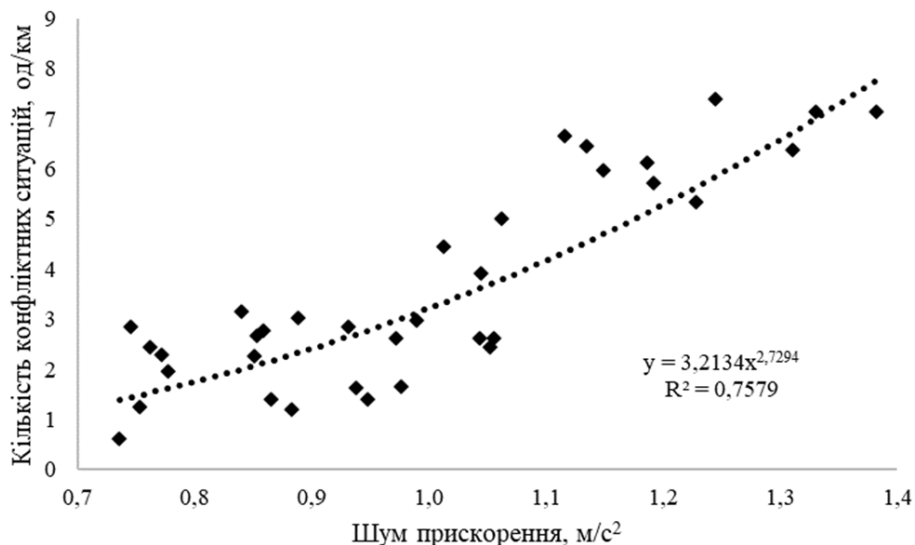


Рис. 2. Зміна кількості конфліктних ситуацій на ділянках вулиць відповідно до шуму прискорення

Виконані дослідження впливу шуму прискорення на виникнення конфліктних ситуацій вказують на небезпечність умов руху. При збільшенні шуму прискорення зростає кількість конфліктів. Експеримент виконувався в різних умовах руху при різних значеннях рівня завантаження дороги рухом. При значеннях від 0,3-0,6 кількість конфліктів була на рівні 2–4 од. на км., а при значеннях від 0,6-0,8 в середньому кількість конфліктів збільшувалась до 5–7 од. на км. в середньому.

1. Vboxmotorsport. Retrieved from. URL: <https://www.vboxmotorsport.co.uk> (дата звернення: 15.10.2023).

2. Системологія на транспорті : підручник : у 5 кн. / заг. ред. М. Ф. Дмитриченко. Київ : Знання України, 2005. Організація дорожнього руху ; Е. В. Гаврилов та ін. 2007. Кн. 4. 450 с.

УДК 656.02

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ЗЕЛЕНОЇ ЛОГІСТИКИ ПРИ УПРАВЛІННІ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАНЬ

Наталія Птиця, Олексій Вернигора

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002*

В умовах зростаючої екологічної свідомості людства постає необхідність у застосуванні принципів «зеленої» логістики при організації процесу доставки у логістичних ланцюгах будь-яких рівнів. «Зелена» логістика є стратегічним напрямком розвитку логістичних систем, спрямованим на максимізацію продуктивності та одночасно на зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. «Зелена» логістика – це стратегічний підхід до логістичного управління, який спрямований на зменшення негативного впливу логістичних процесів на довкілля та максимізацію сталості. Цей підхід охоплює використання ефективних технологій, оптимізацію всіх процесів, та впровадження практик, які будуть спрямовані на збереження ресурсів та зниження викидів.

Логістичні процеси направлені на підвищення рівня життя та комфорту суспільства. Ланцюгами постачань постійно переміщуються товарні та матеріальні потоки і цей процес супроводжується шкідливими викидами від транспортних засобів, відходами від діяльності з обробки та накопичення запасів у розподільчій системі. Сучасна ситуація вимагає від суспільства переходу на інший рівень організації забезпечувальних процесів [1]. Логістичні процеси те технології потребують впровадження механізмів та стратегій, які максимально убезпечать навколишнє середовище від негативних впливів.

«Зелена» логістика – це спроба протистояти загрозам для навколишнього середовища. Вона сприяє оптимальному використанню ресурсів у різних галузях, сприяючи циклічному використанню ресурсів та сировини, спрямовуючи нашу економіку до більш сталого розвитку. «Зелена» логістика має за мету зменшити негативний вплив транспорту на навколишнє середовище та сприяти моделі бізнесу, яка дбає про екологію.

«Зелена» логістика потребує не лише технічних інновацій, але й зміни у культурі та освіті персоналу, який повинен розуміти екологічні аспекти та бути готовим до впровадження нових практик. Її застосування передбачає не лише використання більш сталих технологій, але і зміни в управлінських та операційних процесах. Персонал має адаптуватися до нових стандартів та робочих методів.

Організація логістичних процесів на екологічних засадах володіє численними перевагами і при правильному використанні цих переваг можна сприяти створенню більш екологічного середовища. Першочерговою метою є зменшення трафіку, особливо у великих містах, де присутня велика щільність населення, та ситуацій, що створюють транспортні проблеми. Важливою задачею зокрема є регуляція викидів шкідливих газів, особливо двоокису азоту, який часто ігнорується.

Вирішенням проблеми можуть бути використання електричних або гібридних транспортних засобів. Гібридні автомобілі можуть зекономити приблизно 16% пального в порівнянні з традиційними дизельними вантажівками. Звичайно є певні нюанси, основним недоліком електричних автомобілів є те, що їхні зменшені викиди вуглецю частково переміщуються від кінцевого користувача до виробників електроенергії. Загалом потенціал використання сучасних гібридних і електричних вантажівок для здійснення доставки у ланцюгах постачань доволі високий. Деякі дослідники [3] розглядали непрямі викиди вуглецю, що виділяються вугільними електростанціями, і дійшли до висновку, що електричні автомобілі все ще мають значну перевагу в зменшенні викидів вуглецю у атмосферу.

Для «зелених» вантажівок серед різних альтернатив, окрім акумуляторів, є і інші відновлювальні рішення, такі як рідкий природний газ, і водневі паливні елементи. У дослідженні [4], спрямованому на перспективу доставки на дальні дистанції і балансування викидів вуглецю, автори розглядали різні технології. Серед розглянутого електромобілі, гібридні автомобілі, рідкий природний газ, водень та електрифіковані дороги. Гібридна технологія на дизельному пальному здатна значно зменшити викиди вуглецю у порівнянні з традиційними дизельними вантажівками. Дослідження даного напрямку продовжуються, але вони вже зараз визнані найбільш практичним рішенням у сфері застосування зеленої логістики [5].

Звичайно дизельні вантажівки поки що у своїй кількості значно переважають електричні чи гібридні, але відповідні рішення та дії, що вже впроваджені мають велике значення для досягнення збільшення кількості «зеленого» транспорту в довгостроковій перспективі. Це є посиленням дії зеленої логістики з огляду на необхідність задоволення постійно зростаючого попиту на перевезення вантажів для суспільства.

Тенденції організації логістичних процесів на засадах зеленої логістики загалом позитивно вплинуть і на загальний стан економічних процесів, що проявляється в паливній економії. У загальній перспективі позитивний вплив може проявитися і у зниженні вартості доставки. Формування необхідних механізмів для сприяння впровадження зеленої логістики повинно підтримуватися та заохочуватися на державному рівні.

Впровадження принципів зеленої логістики звичайно представляє собою великі виклики для підприємств через необхідність значних інвестиційних вкладень, суттєвих системних змін та певних викликів в процесі логістичного управління. Але, незважаючи на це, переваги у вигляді підвищення сталості та конкурентоспроможності дозволять компаніям реалізувати потенційно значущі вигоди, як економічні, так і соціальні.

1. Сало Я. «Зелена» логістика в Україні: проблеми та перспективи. *Економіка та суспільство*. 2023. № 47. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-58>. (дата звернення: 15.10.2023).
2. Величко О. П. Логістичне забезпечення сільськогосподарського виробництва великих аграрних компаній. *Вісник Чернігівського державного технологічного університету*. 2012. № 1 (56). С. 118–123.
3. Zhao H., Burke A., Miller M. Analysis of Class 8 truck technologies for their fuel savings and economics. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2023. № 23. P. 55–63.
4. Cunanan C., Tran M. K., Lee Y., Kwok S., Leung V., Fowler M. A Review of Heavy-Duty Vehicle Powertrain Technologies: Diesel Engine Vehicles, Battery Electric Vehicles, and Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles. *Clean Technologies*. 2021. Vol. 3 (2). P. 474–489.
5. Wolff S., Fries M., Lienkamp M. Technoecological analysis of energy carriers for long-haul transportation. *Journal of Industrial Ecology*. 2020. Vol. 24 (1). P. 165–177.

ЛОГІСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ

Світлана Сташук, Світлана Пашкевич

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

Логістичне управління – це процес формулювання стратегії, планування, управління і контролю за переміщенням і складуванням сировини, матеріалів, виробничих запасів, готових виробів та формуванням інформації від пункту виникнення до пункту використання (споживання) з метою найефективнішого пристосування та задоволення потреб клієнта.

Розвиток теорії логістичного управління досяг рівня інтегрованого логістичного управління як сутності сучасного управління підприємством. Інтегроване логістичне управління передбачає такі фази: аналіз (системи аналізу ситуацій, діагностики та прогнозу); формування стратегічної концепції логістики (стратегічне планування – стратегічні цілі логістики, логістичні стратегії); конкретизація стратегічних завдань у програмах і оперативно-тактичних планах (оперативне планування – оперативні цілі логістики, логістика-mix); реалізація і контроль логістичних планів (організація, управління та контроль за виконанням).

Основні функції логістичного управління в підсистемах логістики підприємства:

- довго-,
- середньо-
- короткотермінові.

Довготермінові функції логістичного управління у сфері постачання – планування транспортно-складських процесів, місць складування, структури постачання, переміщення матеріалів і сировини, сфери зовнішньої логістики; середньо- та короткотермінові – планування використання транспортних засобів, планування й управління переміщенням матеріалів, планування термінів поставок, виду упаковки, планування і контроль приймання і складування матеріалів, обмін інформацією.

Довготермінові логістичні функції у сфері виробництва – планування транспортно-складських процесів, засобів транспортування і складування, структури і систем виробництва, забезпечення виробничого потенціалу; середньо- та короткотермінові – планування використання транспортних засобів, планування й управління виробництвом, управління переміщенням матеріалів і напівфабрикатів, персоналом і технічним обладнанням, обмін інформацією.

Довготермінові у сфері дистрибуції – планування процесів транспортування і складування, планування локалізації складів, дистрибуційної структури, запасів готових виробів сфери зовнішньої логістики; середньо- та короткотермінові – планування використання транспортних засобів, управління і реалізація замовлень, планування термінів доставки товарів, управління запасами готових виробів, комісування і пакування товарів, обмін інформацією.

Довготермінові основні функції логістичного управління для координації логістичних процесів між підсистемами логістики підприємства стосуються: планування й узгодження програм дистрибуції, виробництва та постачання, планування стратегії дистрибуції, виробництва та постачання, планування й узгодження локалізації середовища споживачів, постачальників і виробництва; середньо- та короткотермінові – визначення потреб у сфері постачання виробництва та дистрибуції, визначення програм закупівлі, виробництва і продажу, в тому числі транспортування і складування, визначення розміру поставок, партії виробництва та рівня обслуговування.

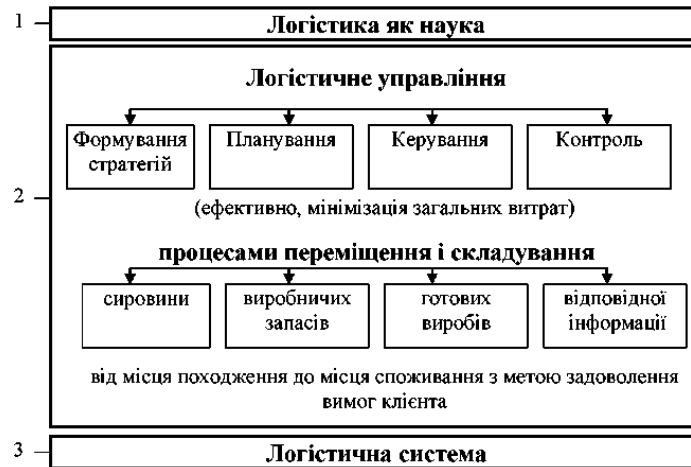


Рисунок. Структура логістичного управління

Функціональними сферами логістичного управління на підприємстві є:

- оптимізація фізичного переміщення матеріалів (формування стратегії розвитку підприємства щодо створення логістичних ланцюгів, логістично-маркетингове управління, комп'ютерне моделювання та імітація, інтеграція логістичних процесів з допомогою організаційних змін, операційні дослідження логістичних ланцюгів, багатокритеріальна оптимізація та відповідне управління);
- поліпшення інформаційних процесів (впровадження сучасних інформаційних технологій, вдосконалення техніки інформаційних технологій, автоматична ідентифікація, електронний обмін інформацією, впровадження нових технологій в обробку замовлень);
- зберігання оптимальних матеріальних запасів (синхронізація транспорту з управлінням запасами, впровадження сучасних концепцій управління запасами, поліпшення логістичного сервісу (надійність, якість, еластичність поставок);
- синхронізація інфраструктури логістичних процесів (координація замовлень споживачів із транспортно-складськими та пакувальними процесами, синхронізація роботи внутрішнього та зовнішнього транспорту, координація в постачальницькому середовищі, пристосування систем автоматичної ідентифікації, інформаційних та пакувальних процесів до потреб логістичного ланцюга);
- управління загальними логістичними витратами (аналіз структури витрат, оптимізація часу реалізації транспортних послуг, оптимізація складських витрат, ABC/XYZ-групування матеріалів, впровадження методів контролінгу, ефективне використання просторово-часового потенціалу).

Сутність логістичного управління структурується за стратегічними та оперативними сферами. Завдання й основи стратегічного логістичного управління в аспекті інтегрованого управління підприємством пов'язані з такими процесами:

1. включенням логістики до структури стратегічного планування підприємства, що виникає передусім з ролі логістики як розвинутого інструменту аналізу ланцюга доставки вартостей;

2. формулюванням стратегії логістики та її місця в загальній стратегії підприємства, конкретизацією стратегічних положень у сфері стратегічних цілей і стратегічних проектів їх реалізації, як і стратегічного контролю логістичного планування, що робить можливим відповідне реагування логістичного управління на користь послідовної трансформації стратегії і довготривалого, результативного управління на підприємстві;

3. визначенням адекватної стратегії організації логістики на підприємстві, яка охоплює передусім формування адекватної щодо стратегії організаційної структури логістики, з урахуванням критеріїв, що спираються на структуру логістичних функцій і процесів, а також формування логістики як процесу розвитку організації підприємства.

Головна мета операційного логістичного управління – гарантування (через координацію) гармонійної співпраці та «проникнення» логістичних систем у функціональну структуру і структуру управління на підприємстві. Реалізація процесу координації можлива за допомогою різних систем і форм координації, зокрема: структуризації та ієрархізації цілей логістики (конкретизація та узгодження операційних цілей), що разом з відповідними системами контролю й оцінки реалізації узгодженої системи цілей є істотною базою для результативного управління окремими сферами логістичної діяльності, аналіз та узгодження планів у масштабі підприємства – узгодження часткових логістичних планів між собою і з системою планів на підприємстві загалом, наприклад, з планом фінансування маркетингу, планом розвитку кадрів, з метою створення інтегрованої системи управління структурою логістичних процесів у масштабі підприємства, управління ланцюгом процесів через планування, управління і контроль структури процесів для їх кращого взаємного пристосування, а також ефективної реалізації, спрямованої на досягнення певних ефектів у масштабі підприємства, управління з'єднаннями між логістичними субсистемами та іншими функціональними субсистемами на підприємстві, що має істотне значення для якості та справності логістичного управління, особливо для узгодження й уникнення конфліктів у структурі цілей, а також оптимізації логістичних переміщень, узгодження процесу генерації та обміну інформацією між функціональними сферами на підприємстві (сфера логістики, маркетингу, фінансів та ін.), що призводить до обмеження потреб у сфері дій щодо пристосування, координація специфічних ситуацій, а також неочікуваних перешкод у діяльності підприємства, які потребують вжиття специфічних заходів як вияву реакції на існуючі перешкоди.

1. Паласюк Б. Логістичне управління підприємством: сутність і основні принципи. *Галицький економічний вісник*. 2012. № 3(36). С. 166–170.
2. Струтинська. І. В. Проблеми логістичного управління підприємствами. *Наука й економіка. Менеджмент і маркетинг*. 2010. № 4 (20). С. 57–65.
3. Фролова Л. В. Механізми логістичного управління торговельним підприємством : монографія. Донецьк : ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2005. 322 с.

УДК 656.2.073.235

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Іван Штемпель, Юрій Вознюк, Анна Радюк

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

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

У сучасному світі інтермодальні технології стали одними з найбільш актуальних та динамічних методів організації міжнародних перевезень вантажів. Цей розвиток є результатом конкуренції між різними видами транспорту, постійної модернізації транспортної інфраструктури та зростаючих вимог до якості обслуговування. Найбільший користець для власників вантажів у міжнародних перевезеннях можна отримати завдяки застосуванню передових транспортних технологій, зокрема інтермодальних перевезень у контейнерах, які базуються на співпраці між транспортно-експедиторськими та транспортними компаніями. Це також призводить до скорочення часу доставки, зниження витрат на перевезення, обмеження витрат та пошкоджень вантажів, а також розкриває можливість зекономити на тарі та страхуванні. Головною тенденцією в розвитку світової транспортної системи є значне зростання використання контейнерних перевезень, що відповідає ринковим умовам. Використання інтермодальних контейнерних перевезень дозволяє значно знизити витрати, пов'язані з втратою та пошкодженням вантажів, а також сприяє швидшій доставці вантажів та підвищує екологічну стійкість транспортної системи, що в свою чергу приносить прибуток державному сектору [2].

Наукові дослідження, які присвячені розвитку перевезення вантажів в контейнерах та логістичних систем, мають значне практичне значення. Серед авторів, що вивчають цю тему, можна відзначити таких як Г.Ф. Бабушкін, А.М. Берестовой, В.І. Бобровський, М.І. Данько, С.В. Ільченко, А.Т. Дерибас, І.В. Жуковицький, Г.І. Загарій, Ю.Т. Козлов, М.Б. Кельріх, О.В. Лаврухін, Д.В. Ломотько, Я.В. Літвінова, В.К. Мироненко, Г.І. Музикіна, Д.О. Музильов, Є.В. Нагорний, В.Я. Негрей, Г.І. Нечаєв, В.С. Наумов, Ю.В. Самойлик, С.М. Резер та Н.Ю. Шраменко. Ці вчені активно досліджують розвиток мультимодальних та інтермодальних транспортних технологій доставки вантажів. Зазначено, що увага науковців до цього способу транспортування стабільно зростає, оскільки він має численні переваги. Зокрема, вони акцентують на важливості підвищення ефективності процесу доставки вантажів у контейнерах шляхом раціональної організації транспортно-технологічної системи доставки. Це включає в себе формування різних альтернативних варіантів та вибір оптимального рішення для системи доставки вантажів. Теоретичні розробки у цій галузі можна класифікувати за різними напрямками наукових досліджень, які спрямовані на оптимізацію та вдосконалення перевезень вантажів у контейнерах та інших інтермодальних системах (рис. 1).

У Транспортній стратегії України визначені основні пріоритети, серед яких важливими є ефективна реалізація транзитного потенціалу країни, підвищення конкурентоспроможності внутрішнього транспорту на міжнародному ринку послуг та підтримка сталого розвитку транспортної системи. Це досягається за допомогою заохочення використання екологічно чистих та енергоефективних видів транспорту, масової контейнеризації, створення інтероперабельних транспортних систем у складі ланцюгів поставок.



Рис. 1. Наукове обґрунтування розвитку інтермодальних контейнерних перевезень

Основні питання і завдання, які слід вирішити, включають:

1. Створення сприятливих умов розвитку інтермодальних перевезень, зокрема розвиток інтермодальних технологій дозволяє поєднувати різні види транспорту для покращення ефективності перевезень. Для цього потрібно створити сприятливі умови та регуляторну базу для розвитку таких перевезень.

2. Забезпечення якості і доступності інтермодальних перевезень, зокрема, важливо розробити технології та стандарти взаємодії різних учасників логістичного ланцюга для забезпечення якості та доступності інтермодальних перевезень.

3. Створення інституту операторів інтер/мультимодальних перевезень, зокрема підтримувати створення та розвиток спеціалізованих операторів, які б могли ефективно керувати інтермодальними перевезеннями, координувати дії різних транспортних підприємств і сприяти оптимізації логістичних процесів.

Однак існують проблеми в індустрії, описані в вашому тексті. Багато транспортних та експедиторських підприємств діють окремо, що призводить до труднощів в оволодінні ринком, браку інформації про нові технології та слабого інвестиційного потенціалу. Для покращення ситуації можливо впровадження спільних ініціатив, сприяння обміну інформацією та забезпечення фінансової підтримки для розвитку галузі.

Перевезення в міжнародному сполученні справді залежать від багатьох факторів, і вони пов'язані з регулюванням доступу до ринку міжнародних перевезень, умовами, на яких ці перевезення можуть здійснюватися в кожній окремій країні. Рівень розвинутості зовнішньоекономічних зв'язків між країнами та характер політичних відносин також впливають на обсяги та характер міжнародних перевезень.

Зростання обсягів інтермодальних перевезень є природним проявом еволюції структури виробництва і перевезень. Особливо важливою стає роль контейнеризації в цьому контексті, оскільки вона спрощує та прискорює процеси перевезення. Аналіз динаміки перевезень вантажів у контейнерах між США, Європою та Азією свідчить про те, що цей спосіб перевезення постійно зростає. Це може бути пов'язано зі зростанням світової торгівлі та попиту на товари, які легко та ефективно можна транспортувати в контейнерах. Контейнерні перевезення дозволяють значно зекономити час і гроші, сприяють збереженню вантажів та сприяють міжнародному обміну товарами. Усі іноземні порти, що розташовані в логістичній доступності для українського експорту та імпорту, показали збільшення перевалки вантажів у 2022 році, хоча динаміка обробки продукції ГМК була різноспрямованою. Динаміка перевалки в окремих портах подана на рисунку 2.

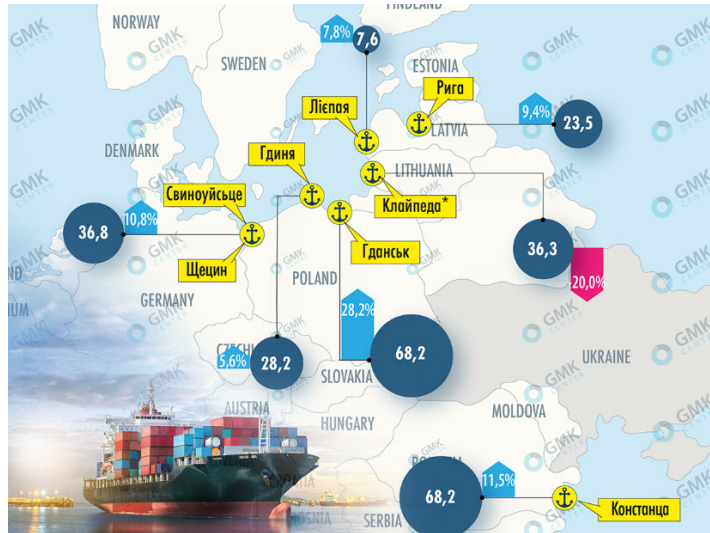


Рис. 2. Динаміка обсягів перевезень вантажів у контейнерах між крупними ринками [4]

Нині в Україні продовжують працювати лише дунайські порти, але вони мають відносно невеликі потужності і не можуть вирішити наявні логістичні проблеми. Зараз вони вже працюють майже максимум своїх можливостей. Обсяги вантажообробки в порту Рені у 2022 році зросли до 6,8 млн т з 1,37 млн т у 2021-му, Ізмаїл – до 8,9 млн т із 4 млн т, Усть-Дунайськ – до 785 тис. т із 64 тис. т. [4]. Ці тенденції свідчать про важливість інтермодальних перевезень та розвитку логістичних систем для підтримки міжнародного обміну товарами та економічного розвитку [3].

Для подальшого розвитку інтермодальних перевезень в Україні важливо приділити увагу таким аспектам: забезпечення ефективної координації шляхом розвитку механізмів співпраці між різними видами транспорту та логістичними операторами для забезпечення синергії та оптимізації інтермодальних перевезень; сприяти розвитку інфраструктури через залучення інвестиції в інфраструктуру для полегшення переходу вантажів між різними видами транспорту та підтримки інтермодальних вузлів, впровадження новітніх технологій та інновацій для покращення управління та відстеження перевезень; формування відповідної регуляторної бази для підтримки інтермодальних перевезень та створення стимулів для розвитку цієї галузі.

Інтермодальні перевезення можуть стати важливою складовою логістичної системи України та сприяти покращенню доступності та ефективності міжнародних перевезень вантажів.

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80>. (дата звернення: 15.10.2023).

2. Мультимодальні та інтермодальні перевезення: теорія та практика державного регулювання : монографія / С. В. Ільченко та ін. ; за заг. ред. С. В. Ільченко. НАН України, Ін-т пробл. ринка и екон.-еколог. досліджень. Одеса, 2020. 284 с.

3. Samoilyk I., Nykonchuk V. The Strategic Positioning in the International Maritime Logistics / In: Arsenyeva, O., Romanova, T., Sukhonos, M., Tsegelnyk, Y. (eds). *Smart Technologies in Urban Engineering*. 2022. Pp. 842–853. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_75. (дата звернення: 15.10.2023).

4. Григоренко Ю. Як змінилася експортна логістика компаній ГМК у 2022 році. URL: <https://gmcenter.ua/posts/iak-zminylasia-eksportna-lohistyka-kompanij-hmk-u-2022-rotsi/> (дата звернення: 10.10.2023).

АЛГОРИТМ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВОГО ЗБІЖЖЯ

Олексій Воронков

*Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж інформаційних технологій та землевпорядкування Національного авіаційного університету»,
вул. Дружківська, 6, м. Київ, 03113*

Для спрощення обчислювальної процедури використовується принцип статистичного імітаційного моделювання [1]. Блок-схему моделювання експлуатаційно-економічних показників для рішення задач вибору раціональної структури [2] й параметрів [3] машинного агрегату перевезення збіжжя збирально-транспортного комплексу наведено на рис. 1.

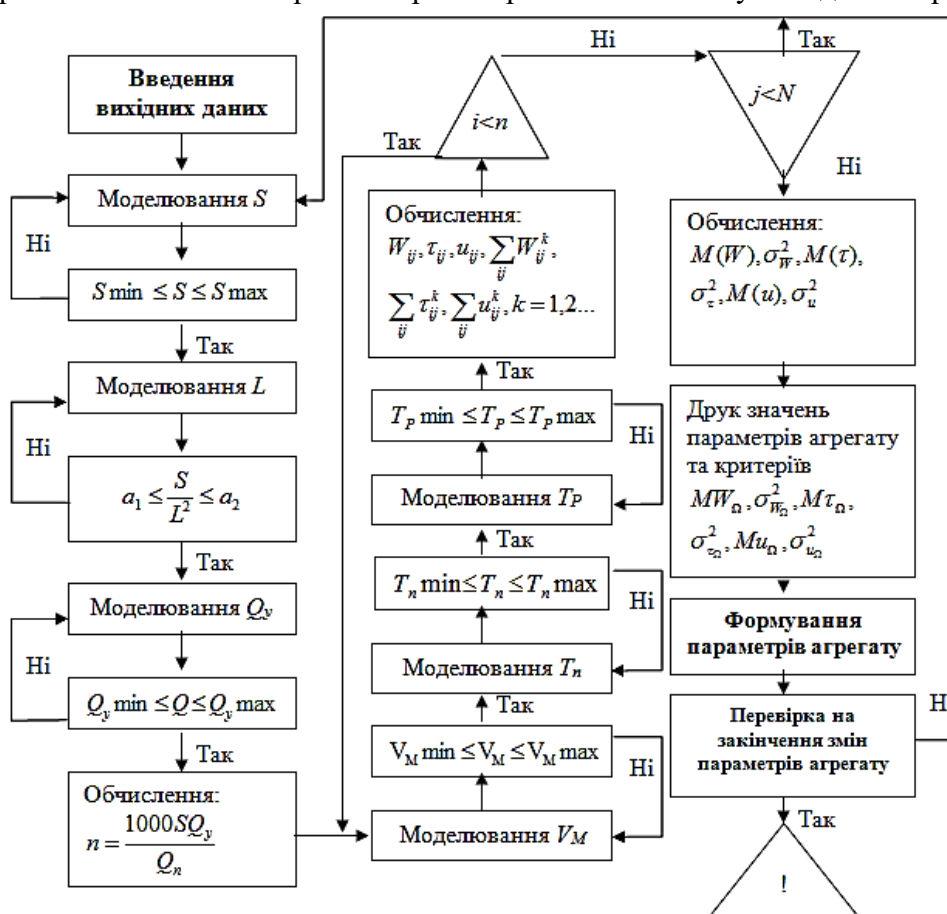


Рис. 1. Алгоритм статистичного моделювання експлуатаційно-економічних показників машинних агрегатів перевезення збіжжя збирально-транспортного комплексу

Нами розроблено моделі: імітаційної моделі парку машин; агрегатної і матричної моделі системи машин для комплексної механізації рослинництва; а також методи оптимізації експлуатаційних систем сільськогосподарської техніки, а саме: оптимізації парку машин з використанням диференційованих прокатних оцінок; оптимізації технологічного комплексу машин на основі вибору значень його основних розмірних параметрів; розрахунку оптимального доукомплектування парку машин з використанням маргінальних оцінок. Розроблена система розрахунків механізованих технологій, комплексів машин для вирощування культур і комплектування парку машин. Розроблені математичні моделі

експлуатації систем сільськогосподарської техніки типу: «Технологічний агрегат» – імітаційна; «Група взаємодіючих машин» – імітаційна; «Парк машин» – детермінізована оптимізаційна, імітаційна і динамічна; «Система машин для комплексної механізації рослинництва» – агрегатна і матрична. Головні висновки досліджень полягають в такому: управління використанням машинно-тракторного парку може бути здійснене на основі аналізу обмеженого числа систем; для оптимізації кожної можуть бути запропоновані моделі засновані на загальних принципах математичного програмування та імітаційного моделювання. Розроблена з урахуванням таких вимог структурна схема багаторівневого рішення задач ресурсоощадного використання автомобілів, як сільськогосподарських машинних агрегатів представлена на рис. 2.

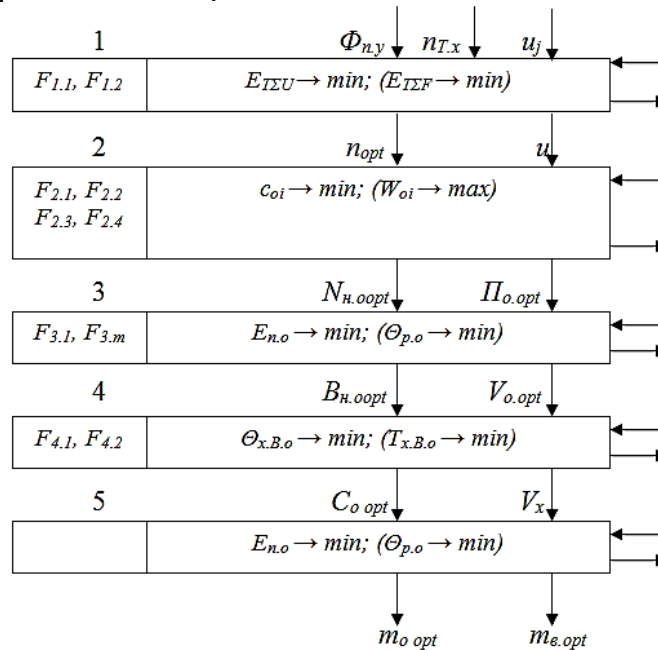


Рис. 2. Структурна схема системного підходу до оптимізації параметрів та режимів роботи автомобілів

На нашу думку, найбільш ефективним науковим методом вирішення подібних складних завдань є багаторівневий системний підхід. Виокремлюють інженерні аспекти розвитку аграрного виробництва, теоретичною основою розв'язання яких є теорія системотехніки, що передбачає проведення певних процедур. На відміну від традиційного методу дослідження ці процедури розглядаються не як послідовні етапи, а як такі, що досліджуються у безперервному взаємозв'язку. Головним методом дослідження вбачається моделювання, що здійснюється на підставі відповідної теорії.

1. Воронков О. А., Роговський І. Л. Модель технологічної системи перевезення збіжжя збирально-транспортного комплексу агрохолдингу. *Розвиток транспорту*. Одеса, 2022. № 2(13). С. 42–52. URL: <https://doi.org/10.33082/td.2022.2-13.04> (дата звернення: 15.10.2023).

2. Воронков О. А., Роговський І. Л. Аналітичні положення ефективності роботи збирально-транспортного комплексу зернового збіжжя. *Вісник Національного транспортного університету. Сер. технічні науки*. 2022. Вип. 1 (51). С. 74–83. URL: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-1-51-074-083>. (дата звернення: 15.10.2023).

3. Voronkov Oleksiy, Rogovskii Ivan, Eugeniusz Krasowski. Integrated approach organizing transportation work transportation of cereal grain. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. 2018. Lublin–Rzeszów. Vol. 18. № 3. P. 89–97.

УДК 656.13

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ТРАНСПОРТНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

POSSIBILITIES OF USING NEURAL NETWORKS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TRANSPORT STUDIES

Микола Жук, Євген Пруський, Микола Скиба

*Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. С. Бандери, 12, м. Львів 79013*

Modern approach to transport research often involves the use of neural networks and artificial intelligence. They became widely used in the area of information technologies and have many practical use cases in various industries.

Mathematical models for creation of neural networks are used to solve problems related to various transportation processes, including the organization of cargo transportation and the challenges inherent in the process, such as selecting an optimal transportation route and transportation mode. It is proposed to use a mixed method of decision-making that is based on artificial neural networks to solve such problems [1].

Mixed method of decision-making is based on multi-criteria analysis. It includes the following stages [2]:

- Analyzing the input data to establish assessment criteria and exclude alternatives;
- Establishing the weights of the neural network output data, taking into account the constraints;
- Compilation of input data for neural network training and testing. It is assumed that the weight of neural connections of the network is an integral component for training it;
- Forming the neural network.

First, the transportation route is selected. After it is established, the corresponding factors are analyzed – transportation time, cost, quality of services provided. During the neural network formation algorithm, the evaluation criteria (Figure) are defined, and their weight is established. The method of fuzzy coefficients can be used for determining the weight of the evaluation criteria.

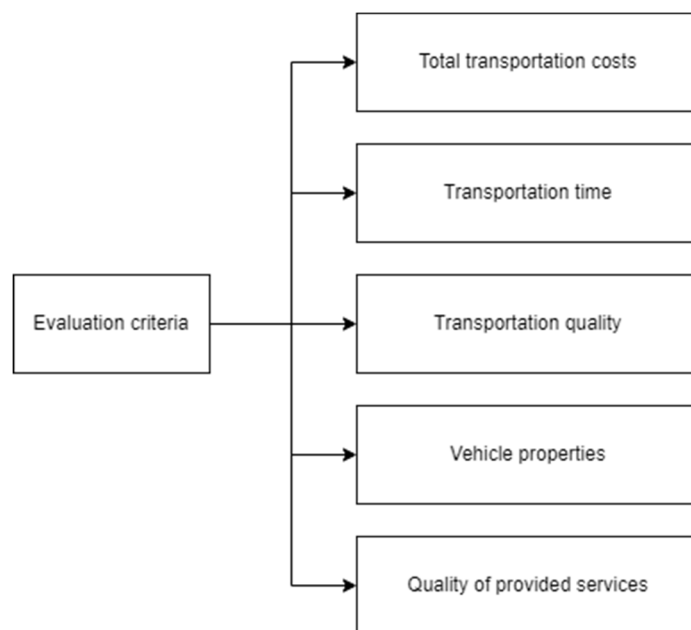


Figure. Evaluation criteria for cargo transportation

Article [3] researches the possibilities of implementing a neural network for a road obstacle avoidance system. By using a Unity and ML Agents based simulator, the neural network learning tendencies were discovered. The algorithms of data collection and analysis were defined. During the testing of the neural network with various parameters it was established that it provides satisfactory results. Such system, when perfected and tested, can be integrated into the vehicle software for increasing the safety on the road.

Article [4] explores the possibility of using a neural network to deliver information to the train operator. Such system can detect multiple situations, such as unexpected obstacles, that could lead to accidents. A convolutional neural network algorithm was selected. Such algorithm consists of multiple layers and is suitable for image recognition and analysis. To train a convolutional neural network, a large input data set is required. After the algorithm is ready, it can be implemented into the railroad system to greatly improve safety.

The article [5] researches the benefits of using artificial intelligence to aid in managing transport logistics. It lists the benefits of implementing artificial intelligence (neural networks, geolocation systems, voice notification systems, road traffic monitoring systems) into transport logistics, such as increase in quality of services provided, cost reduction of services, reduced time required for decision-making, easy calculation of optimal delivery route, increased efficiency of resource management processes, quality control of deliveries and simplified warehouse management processes.

Based on analyzed publications, there are practices of using modern technology in logistics processes. However, artificial intelligence systems that can be used to automate transport logistics management processes were not sufficiently considered and systematized according to their capabilities. Neural networks can be used to solve multiple tasks, such as calculating optimal transport routes, forecasting transportation demands, service system optimization, predicting the time of arrival of transport as well as modeling other transport processes parameters.

1. Qu L., Chen Y. A Hybrid MCDM Method for Route Selection of Multimodal Transportation Network / In: Sun F., Zhang J., Tan Y., Cao J., Yu W. (eds). *Advances in Neural Networks - ISNN 2008. Lecture Notes in Computer Science*. 2008. Vol. 5263. Pp 374–383. doi: 10.1007/978-3-540-87732-5_42.

2. Шарай С. М., Сахно В. П., Поляков В. М. Використання моделі нейронної мережі для формування маршруту перевезень вантажів та вибору виду транспорту. *Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали XI-ої Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції 13–14 квітня 2023 р.

3. Дзелендзяк У. Ю., Вигриновський М. А. Використання нейронної мережі для розроблення системи уникнення перешкод на дорозі. *Автоматика, вимірювання та керування*. 2020. № 1(2). Т. 2.

4. S. Semenov, O. Lipchanska, M. Lipchanskyi. Adapted neural network of information support subsystem. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2019. № 1 (34). С. 102–106.

5. О. Головіна. Сучасні технології в управлінні транспортною логістикою. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2023. Vol. 2. № 3. Pp. 35–42. doi:10.46299/j.isjmef.20230203.04.

УДК 681.5

ТОПОЛОГІЯ УНІФІКОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ РУХОМИМ СКЛАДОМ

Володимир Нерубацький, Денис Гордієнко

*Український державний університет залізничного транспорту,
майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050*

На даний час розроблено та впроваджено багато систем керування електричним рухомим складом [1; 2]. Хоча такі системи було винайдено відповідно до вимог залізниць і залізничних ліній, а також відповідно до доступних на той час технологій, вони мають спільну фундаментальну архітектуру. Зокрема, такі системи створюються з фундаментальних компонентів, що включають:

- системи блокування для контролю відстані між поїздами, що курсують по станціям;
- системи керування напрямком руху поїздів на одноколіній ділянці;
- системи автоматичного захисту поїздів (АЗП), пов'язані з системами блокування;
- пристрої централізації для здійснення маршрутного контролю в межах станції.

Системи відрізняються залежно від того, як вони виконують виявлення поїздів і як вони реалізують автоматичний захист поїздів [3; 4]. Однак, хоча ці системи варіюються від систем із низьким рівнем безпеки лише з системою автоматичною попередження до найдосконаліших систем радіокерування електричним рухомим складом (системи керування поїздами на основі зв'язку (СКПЗ)), вони однакові в тому, що блокувальні пристрої відповідають за контроль маршруту та забезпечення безпеки руху поїздів у межах вокзалів.

Поточні системи керування електричним рухомим складом, які постійно вдосконалювалися, представляють собою надійні системи, що складаються з багатьох апаратних пристроїв і підсистем [5; 6]. Розробка нових систем керування електричним рухомим складом повинна відбуватися на основі сучасних інформаційних і комунікаційних технологій. Найбільш перспективною архітектурою є уніфікована система керування поїздами (УСКП), у якій всі пристрої безпеки розглядаються як пристрої для забезпечення безпеки маршрутів поїздів, щоб поїзди отримували інформацію за рахунок обробки головним процесором.

Основними функціями системи керування поїздом є функція блокування та функція централізації [7; 8]. Окрім організації маршруту, найважливішою місією обох функцій є уникнення аварій, таких як зіткнення поїздів. Таким чином, принцип АЗП побудовано на основі контролю для усунення контакту з іншим поїздом, а тому містить складну та завершену сучасну блокову систему та пристрої блокування.

З метою вирішення проблем, у тому числі запобігання аварій на залізничних переїздах, деякі системи повинні піддаватися радикальним та інноваційним змінам, щоб бути ефективними [9; 10]. У відомих сигнальних системах керування поїздом передається через сигнали, знаки та покажчики, сама робота поїзда здійснюється на основі інформації про маршрути та блок-сигнали, а також відповідно до додаткової інформації, такої як обмеження швидкості. З них інформація про маршрути та блок-сигнали передається на поїзд у тому ж інформаційному форматі, що й сигнальні аспекти та сигнали автоматичного керування поїздом, тому процеси можуть бути стандартизовані.

На рис. 1 наведено топологію уніфікованої системи керування електричним рухомим складом, що складається з центрального процесора (функціональний рівень), блоку інтерфейсу до пристрою (термінальний рівень) і блоку передачі для обміну інформацією між ними (мережевий рівень). В УСКП логічна обробка пристроїв, таких як пристрій блокування, блокова система та АЗП, агрегується та уніфікується в центральному процесорі на

функціональному рівні. У результаті усувається необхідність у процесорах, розміщених вздовж колії. Крім того, в результаті уніфікації процесів в УСКП схожі функції, які наразі включені в декілька пристроїв, наприклад функція відстеження поїздів, також уніфіковані, а логіку можна спростити.

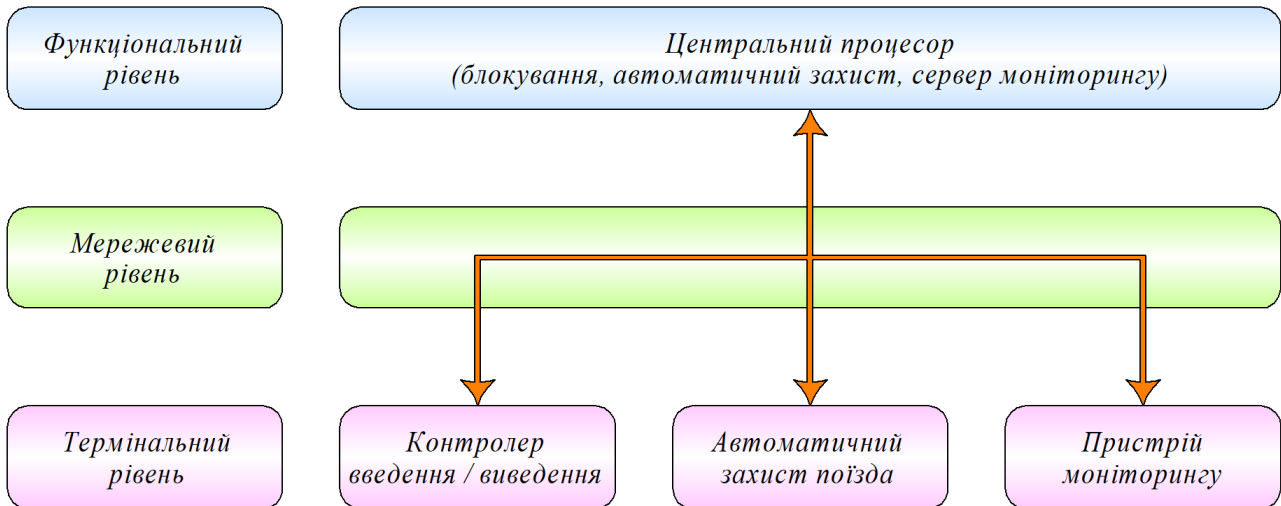


Рис. 1. Топологія уніфікованої системи керування електричним рухомим складом

На рис. 2 наведено схему процесів системи керування поїздами на основі зв'язку. Для стандартизації процесів вводиться поняття «авторизована команда» для поїзда. Маршрут визначає граничну позицію, до якої можливий рух, і виходить з пов'язаного попереднього поїзда. З цієї причини процеси руху поїздів за допомогою уніфікованих процесорів реалізуються за рахунок відстеження поїздів, пошуку маршруту та процесів керування, які ініціюються процесами пошуку маршруту.

Коли маршрути для поїздів (Поїзд 1 та Поїзд 2) визначено, авторизована команда запуску з додатковою інформацією про обмеження швидкості на шляху прямуювання також генерується та надсилається на відповідний термінальний пристрій термінального рівня. Пошук шляху створює пошук граничної точки, до якої можливий рух (шлях) у напрямку руху поїзда. Проте у випадку знаходження на станції пошук здійснюється відповідно до запланованого маршруту руху, отриманого від пристрою керування рухом на функціональному рівні. Шлях у цей час базується на кінцевому маршруті руху та визначається станом точкових систем попереднього поїзда. З іншого боку, у випадку середньої точки між станціями, положення хвоста попереднього поїзда або стан існуючого залізничного переїзду пов'язується з визначенням шляху. Якщо залізничний переїзд контролюється відповідним поїздом і статус вказує на «проїзд дозволено», що означає завершення закриття та відсутність перешкод, пошук розширюється до подальшої віддаленої точки.

Хоча бортові пристрої відповідають за обробку безпеки на борту, безперервну перевірку швидкості за шаблоном реалізовано в поїзді у будь-якому випадку. Більше того, у випадку УСКП функцію перевірки швидкості високого рівня може бути реалізовано за рахунок встановлення кінцевого пристрою в поїзді, а не наданням термінального пристрою АЗП на землі.

У реалізації УСКП важливу роль відіграє мережевий рівень. Мережа Інтернет-протоколу (IP) використовується як мережа для УСКП. Вимоги до продуктивності IP-мережі відрізняються залежно від ділянки залізниці, яка буде використовуватися. Оскільки на ділянці залізниці з високою щільністю передачі інформації необхідно гарантувати швидкий і надійний період часу, необхідна мережа, орієнтована на продуктивність, розроблена спеціально для керування електричним рухомим складом. З іншого боку, у випадку залізничної ділянки з низькою щільністю, для якої необхідна висока надійність при збереженні витрат на

впровадження та обслуговування під контролем, необхідно розглянути можливість використання мережі загального призначення, орієнтованої на витрати. Крім того, навіть у випадку, коли залізнична ділянка з високою щільністю та ділянка залізниці з низькою щільністю з'єднані, можливе просте підключення завдяки з'єднанням між мережами ІР.

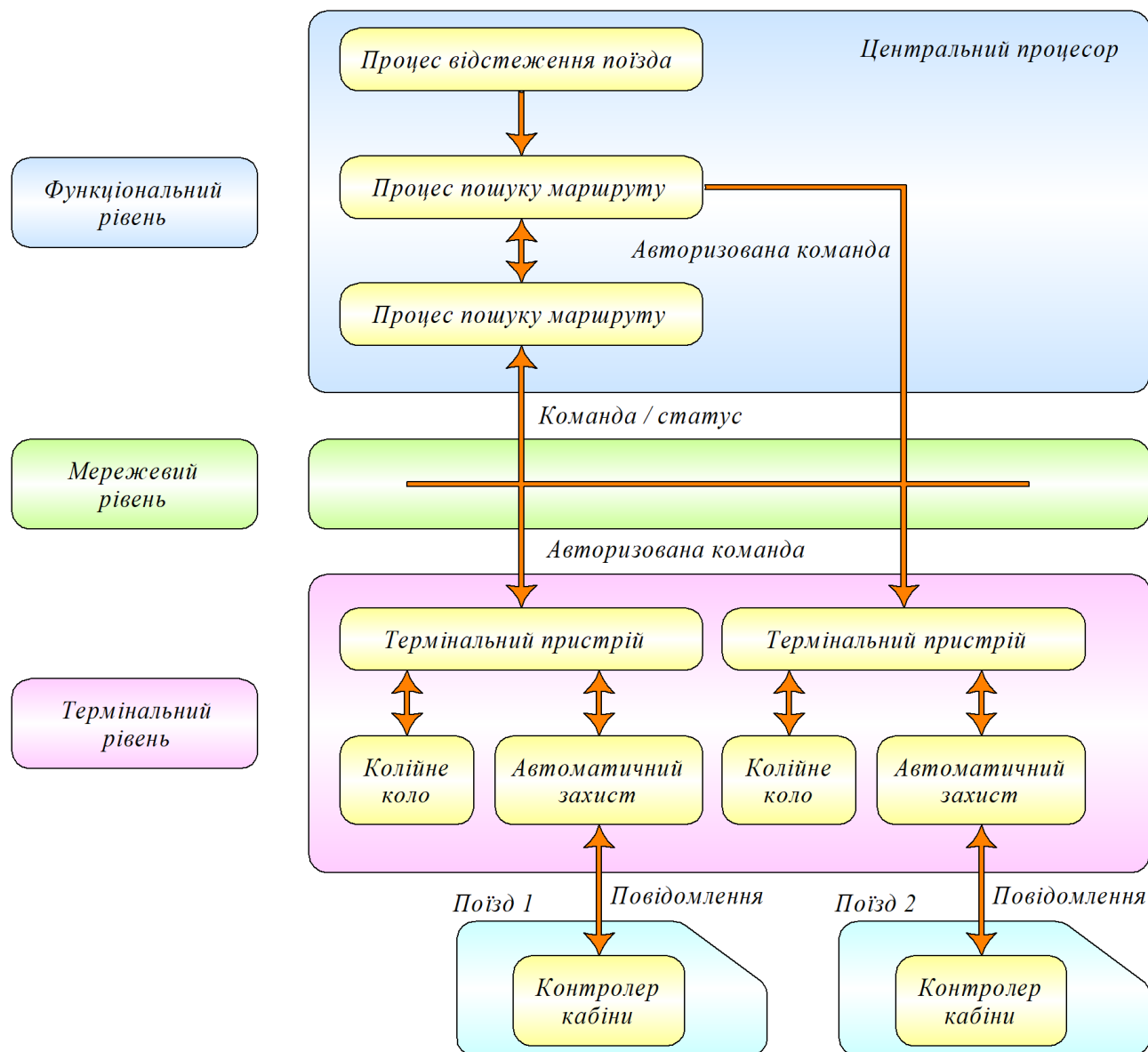


Рис. 2. Схема процесів системи керування поїздами на основі зв'язку

ІР-мережа для залізничних ліній високої щільності створює вузол передачі, розроблений виключно для керування електричним рухомим складом, через оптичну лінію. Потім кожен пристрій і вузол передачі з'єднуються через лінію Ethernet. Дана ІР-мережа також може гарантувати час зв'язку між вузлами передачі та найдовший час зв'язку за короткий період часу, що дорівнює або менше ніж $1/10$ періоду часу ретрансляції. Як наслідок, кожен пристрій може реалізувати обробку з частотою, що дорівнює або перевищує швидкість ретрансляційного інтерфейсу, незважаючи на фізичну відстань між пристроями.

Хоча ІР-мережу в основному побудовано у вигляді єдиної конфігурації, дві або більше ІР-мереж може бути налаштовано з резервуванням, щоб підвищити коефіцієнт доступності. Оскільки окремі ІР-мережі повністю незалежні одна від одної, утворюючи паралельну подвійну конфігурацію, центральний процесор і термінальний пристрій можуть вільно вибирати маршрут для зв'язку. Оскільки коефіцієнт доступності ІР-мережі безпосередньо

пов'язаний з фактором доступності системи, слід також звернути увагу на надійність. Апаратне забезпечення для вузлів передачі знаходиться в стадії розробки відповідно до технології сигнальної локальної мережі.

Оскільки витрати на впровадження та технічне обслуговування є важливими на ділянках місцевої залізниці, лінію мобільного зв'язку, наприклад, можна використовувати як IP-мережу. Незважаючи на те, що лінії мобільного зв'язку можуть зменшити високі витрати на прокладання кабелю, витрати на обладнання та витрати на обслуговування, необхідно враховувати обмеження часу зв'язку, який не може бути гарантований, а також вартість зв'язку. Під час використання лінії мобільного зв'язку на місцевій залізниці безперервний зв'язок ускладнюється. Однак система керування поїздом, яка має функції, що виходять за межі поточного рівня, може бути реалізована, навіть якщо точка, в якій здійснюється обмін інформацією з центральним процесором, обмежена сусідніми станціями на ділянці однієї лінії.

Таким чином, розглянута система керування електричним рухомим складом, що реалізована в ієрархічній структурі функціонального рівня, мережевого рівня та термінального рівня, може бути ефективною у підвищенні надійності та конкурентоспроможності залізничних систем.

1. Dmitrienko V., Noskov V., Zakovorotniy A., Mezentsev N., Leonov S., Gasanov M. Proactive control of rolling stock with traction asynchronous electric motors. *IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2021. P. 407–411. DOI: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9570017.

2. Nerubatskyi V., Plakhtii O., Hordiienko D., Podnebenna S. Synthesis of a regulator recuperation mode a DC electric drive by creating a process of finite duration. *IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*. 2021. P. 272–277. DOI: 10.1109/UKRCON53503.2021.9575792.

3. Tour R. S., Narwade S. S., Sathe A. R., Ghuge N. N. Development of automatic railway train safety system. *9th International Conference on Electrical Energy Systems (ICEES)*. 2023. P. 5–8. DOI: 10.1109/ICEES57979.2023.10110041.

4. Lipare S., Bhavathankar P. Railway emergency detection and response system using IoT. *Communication and Networking Technologies (ICCCNT)* : 11th International Conference on Computing. 2020. P. 1–7. DOI: 10.1109/ICCCNT49239.2020.9225434.

5. Nerubatskyi V. P., Plakhtii O. A., Hordiienko D. A., Syniavskyi A. V., Philipjeva M. V. Use of modern technologies in the problems of automation of data collection in intellectual power supply systems. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. Part 1. Issue 19. P. 38–51. DOI: 10.30890/2567-5273.2022-19-01-058.

6. Vatulja G., Lovska A., Pavliuchenkov M., Nerubatskyi V., Okorokov A., Hordiienko D., Vernigora R., Zhuravel I. Determining patterns of vertical load on the prototype of a removable module for long-size cargoes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 6, No. 7 (120). P. 21–29. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266855.

7. Feigang T., Xiaoju Z., Quanmi L. A robust detection of foreign matter between train doors and psd of subway station. *12th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA)*. 2020. P. 246–248. DOI: 10.1109/ICMTMA50254.2020.00062.

8. Nerubatskyi V. P., Plakhtii O. A., Tugay D. V., Hordiienko D. A. Method for optimization of switching frequency in frequency converters. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2021. No. 1 (181). P. 103–110. DOI: 10.33271/nvngu/2021-1/103.

9. Ahmed K. R., Hossain M. A., Akter A., Akthar L. A secure automated level crossing and train detection system for bangladesh railway. *International Conference on Advancement in Electrical and Electronic Engineering (ICAEEE)*. 2022. P. 1–4. DOI: 10.1109/ICAEEE54957.2022.9836361.

10. Singh G., Kumar P., Mishra R., Sharma S., Singh K. Security system for railway crossings using machine learning. *Communication Control and Networking (ICACCN)* : 2nd International Conference on Advances in Computing. 2020. P. 135–139. DOI: 10.1109/ICACCN51052.2020.9362976.

ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ

Владислав Подворний, Ігор Хітров

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

Міська транспортна система, основу якої становлять транспортні артерії, забезпечує функціонування всіх структур. Вона повинна бути гнучкою і повинна видозмінюватися з розвитком міського середовища.

У більшості випадків вулично-дорожня мережа має фіксовану форму через характер місцевості, яку вона обслуговує; щільність і структура мережі вуличних районів зазвичай визначаються місцем розташування та історією. Форми мережі між центром міста та околицями відрізняються. Мережа, розташована в центрі, зазвичай має сітчасту структуру, в той час як мережа, розташована на околицях зазвичай мають розгалужену форму [1].

Методи натурних обстежень дозволяють безпосередньо визначити характеристики вулично-дорожньої мережі в реальному часі. Використання електронних засобів підвищує ефективність ведення спостережень і подальшої обробки даних. Вони можуть поділятися на локальні (вивчення інтенсивності, швидкості, складу потоків на перехрестях, окремих ділянках доріг, вулиць тощо), зональні (одержання просторових і тимчасових характеристик у певній ділянці) та регіональні (одержання сумарних значень параметрів транспортних потоків регіональної території). Відчутними перевагами цього методу є простота і висока точність, але вони трудомісткі.

Під інтенсивністю руху транспортного потоку ми розуміємо кількість транспортних засобів, що проходять через деякий поперечний перетин дороги за одиницю часу [2].

Транспортний потік включає в себе комбінацію поведінки водія та транспортного засобу. Оскільки поведінка водія є неоднорідною, транспортний потік також є неоднорідним за своєю природою. На нього впливають не тільки індивідуальні характеристики як транспортного засобу, так і людини, але і способом взаємодії між ними. Таким чином, транспортний потік через вулицю з певними характеристиками буде змінюватися як за місцем, так і в часі відповідно до змін у поведінці водія (припускається, що ці зміни знаходяться в певних діапазонах, які можна передбачити, наприклад, якщо максимально допустима швидкість на дорозі становить 60 км/год, можна припустити, що весь транспортний потік рухається зі середньою швидкістю 40 км/год, а не 100 чи 20 км/год).

Таким чином, сам транспортний потік має певні параметри, на основі яких можна прогнозувати його характеристики. Ці параметри можна класифікувати наступним чином: вимірювання кількості, що включає в себе щільність та інтенсивність руху, та вимірювання якості, що включає в себе швидкість. Параметри транспортного потоку можуть бути макроскопічними, які характеризують транспортний потік в цілому, або мікроскопічними, які вивчають поведінку окремих транспортних засобів у потоці відносно один до одного.

Склад транспортного потоку характеризується різними типами транспортних засобів з різними статистичними і динамічними параметрами (оцінюється співвідношенням кількості одиниць рухомого складу – вантажних, легкових, автобусів).

Інформація про інтенсивність і склад руху є важливим показником при обґрунтуванні доцільності будівництва чи реконструкції, виборі геометричних і конструктивних параметрів автомобільних доріг, використовується для перспективного планування обсягів та термінів виконання ремонтних робіт, підвищення безпеки і комфортності руху, а саме у разі розробки заходів з удосконалення дорожніх умов та їх техніко-економічної оцінки при встановленні відповідності технічних та транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг до

вимог транспортних потоків, зокрема визначення рівня завантаження автомобільних доріг, коефіцієнта пригод, обґрунтуванні раціональних маршрутів та для вирішення інших задач, де у розрахунках використовується інтенсивність та склад руху [3].

Найважливішим параметром транспортного потоку, який визначає продуктивність і безпеку дорожнього руху є його швидкість. Оцінюючи транспортний потік за швидкісним режимом його руху можна виділити безпосередньо миттєву швидкість руху одиничного транспортного засобу (тимчасову) і середню швидкість транспортного потоку (значення швидкості руху для всіх транспортних засобів в потоці).

Під пропускнуою здатністю вулично-дорожньої мережі розуміємо максимальне число транспортних засобів, які можуть проїхати за одиницю часу в одному (двох напрямках) в розглянутих дорожніх (залежить від числа смуг руху і пропускнуї спроможності кожної смуги руху, умов регулювання) і природно-кліматичних умовах при дотриманні умов безпеки руху.

Як правило, пропускну здатність смуги руху визначають на основі спрощеної динамічної теорії транспортного потоку, враховуючи певні обмеження щодо дотримання сталого швидкісного режиму, дотриманні інтервалу руху, слідування транспорту один за одним, тобто неухильному дотриманні учасниками правил дорожнього руху [4].

PTV Vissim – це мікроскопічна імітаційна модель на основі кроків у часі та поведінки для реалістичного моделювання міського та міжміського транспорту, включаючи рух пішоходів. Програмне забезпечення дозволяє моделювати приватний, а також залізничний і автомобільний громадський транспорт [5].

Транспортний потік моделюється на основі різних параметрів, таких як розподіл смуги руху, склад транспортних засобів, контроль сигналів і виявлення транспортних засобів приватного та громадського транспорту.

За допомогою PTV Vissim найчастіше розробляються проекти з [6]:

- оцінки змін в проєктах (схемах) організації дорожнього руху;
- оцінки змін режимів світлофорного регулювання;
- аналізу масових заходів, як то концерти, спортивні змагання та заходів з евакуації, для виявлення вузьких місць, часу евакуації та ін.;
- моделювання паркувального простору, автостоянок; вантажно-розвантажувальних зон;
- імітаційної візуалізації в режимі 2D та 3D.

Таким чином, застосування програмного забезпечення для транспортного моделювання, зокрема PTV Vissim, є невідемним атрибутом в оцінці стрімкого розвитку транспортної системи, в тому числі і на перспективу.

1. Baorui Han, Dazhi Sun, Xiaomei Yu, Wanlu Song and Lisha Ding. Classification of Urban Street Networks Based on Tree-Like Network Features. *Sustainability*. 2020. № 12. P. 628.

2. Лобашов О. О., Прасолєнко О. В. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху» : посіб. Харків : ХНАМГ, 2011. 221 с.

3. ПОР-218-141-2000. Порядок обліку руху транспортних засобів на автомобільних дорогах загального користування. Київ : Укравтодор, 2000. 25 с.

4. Швець В. В., Кашканов В. А., Галіброда В. В. Оцінка функціонування вулично-дорожньої мережі м. Вінниці. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2018. № 1(7). С. 120–126.

5. PTV Vissim: First Steps Tutorial. Germany. PTV Planung Transport Verkehr AG. 2021. P. 37.

6. Беспалов ЛАБ: транспортне моделювання. *B-lab.pro* : вебсайт. URL: <https://b-lab.pro/ptv-vissim/>_(дата звернення: 15.10.2023).

УДК 656.13

ФОРМУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ МАКРОМОДЕЛІ ПРОПОЗИЦІЇ НА ПРИКЛАДІ МІСТА РІВНЕ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ PTV VISION VISUM

Микола Яценюк

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

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

На сьогоднішній день технологічний розвиток в світі зростає прискореними темпами і це стосується абсолютно всіх галузей економіки та народного господарства, транспортна галузь не є виключенням. В сучасному світі з постійним розвитком великих та малих міст і зростаючим рівнем урбанізації завжди актуальним є питання розвитку транспортної галузі, оскільки транспорт є двигуном економіки будь-якої країни світу без транспорту та налагоджених логістичних процесів будуть паралізовані всі інші ланки економіки. Саме тому від того як розвивається та функціонує транспортна галузь на мікро, а також на макрорівні залежить і подальший розвиток та функціонування всіх інших галузей економіки [1].

Велику роль в функціонуванні транспортної системи відіграє транспортне моделювання, воно дозволяє вирішити існуючі проблеми, а також передбачити можливість утворення нових проблем в роботі транспортної системи вже на етапі проектування нових об'єктів транспортної інфраструктури та навіть передбачити їх вплив на роботу системи в цілому.

Транспортне моделювання необхідне для перевірки чи не відхиляється місто від плану розвитку транспортної системи. Моделювання може виконуватись на мікроскопічному та макроскопічному рівнях все залежить від території, яка буде досліджуватись, якщо це окрема ділянка дороги наприклад перехрестя чи шляхопровід це мікрорівень, у випадку якщо це мікрорайон міста або ціле місто в цілому це макрорівень. Для транспортного моделювання на мікрорівні використовується програмний комплекс «PTV VISION VISSIM» для транспортного планування на макрорівні використовується програмний комплекс «PTV VISION VISUM» [1; 2].

PTV VISUM – це програмний комплекс від компанії PTV GROUP який використовується як інструмент для перевірки положень генеральних планів населених пунктів, планів зонування територій, детальних планів територій, планів розвитку транспорту, транспортних стратегій, комплексних транспортних планів, планів інтегрованого управління транспортом, генеральної схеми планування території України, схем планування територій областей, планів сталої міської мобільності, транспортної частини велосипедної концепції [1; 3].

За допомогою PTV VISUM можна розробляти проекти з:

- галузевого стандарту для моделювання прогнозування трафіку та міської мобільності;
- створення інтелектуальних транспортних систем у містах;
- оцінки впливу на транспортну політику протягом прогнозованого періоду;
- обрати та обґрунтувати найкращий сценарій розвитку інфраструктури відповідно до обраних критеріїв;
- агрегація даних транспортної системи в одному програмному середовищі;
- потужний потенціал для планування, інвестиційної оцінки та управління громадським транспортом;
- скорочення часу та витрат на розробку та тестування сценаріїв проекту.

На прикладі міста Рівне за допомогою програмного комплексу PTV VISUM розглянемо приклад побудови транспортної моделі пропозиції міста (рис. 1–5).

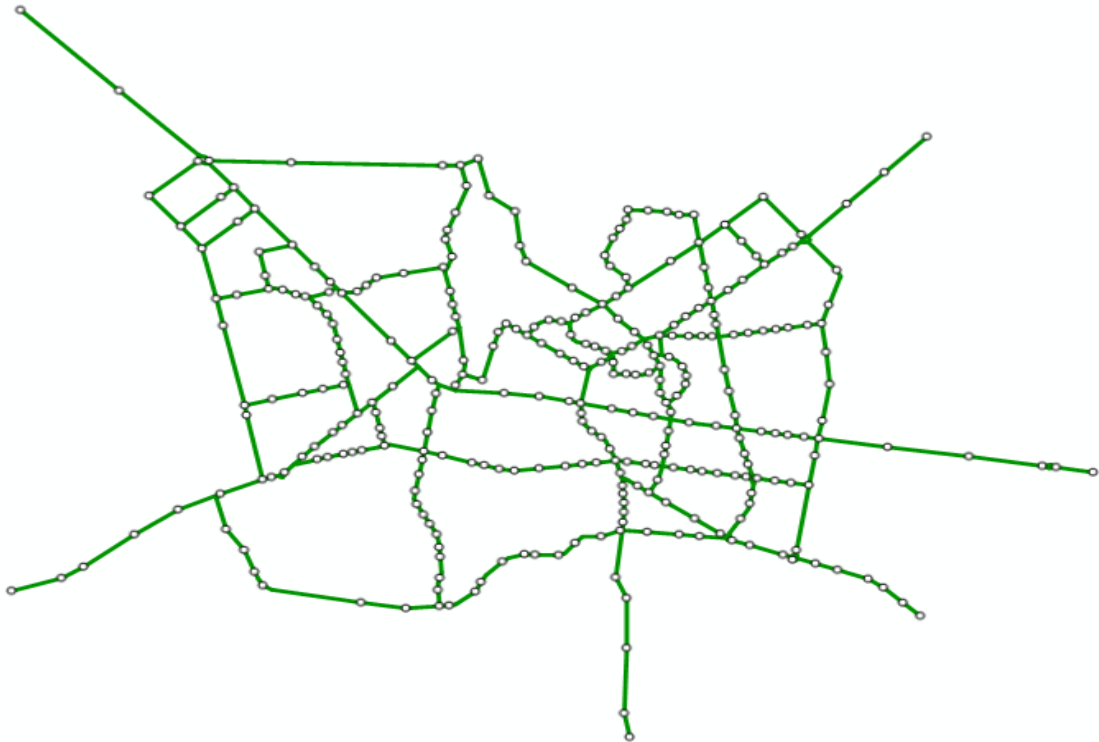


Рис. 1. Фрагмент початкового етапу створення макромоделі графу вулично-дорожньої мережі міста Рівне передбачає нанесення існуючих вузлів та відрізків

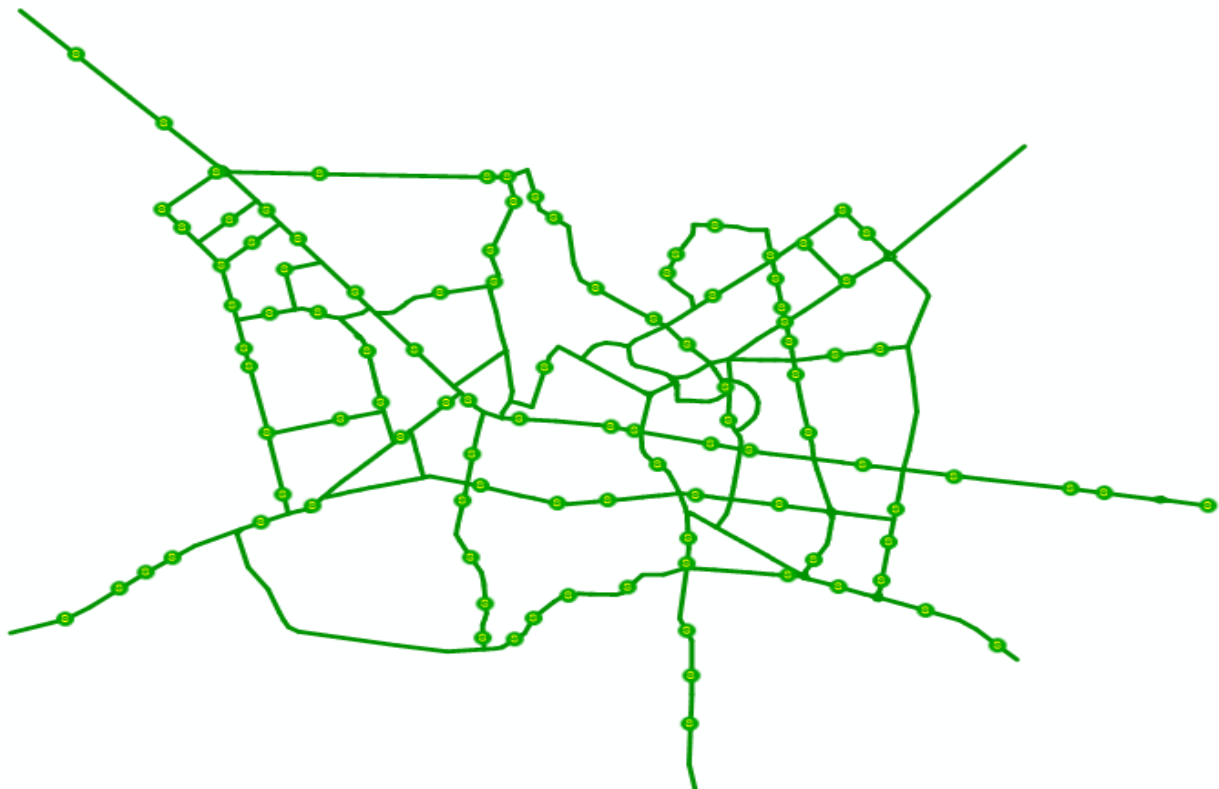


Рис. 2. Позначення зупинок для громадського пасажирського транспорту на вулично-дорожній мережі міста

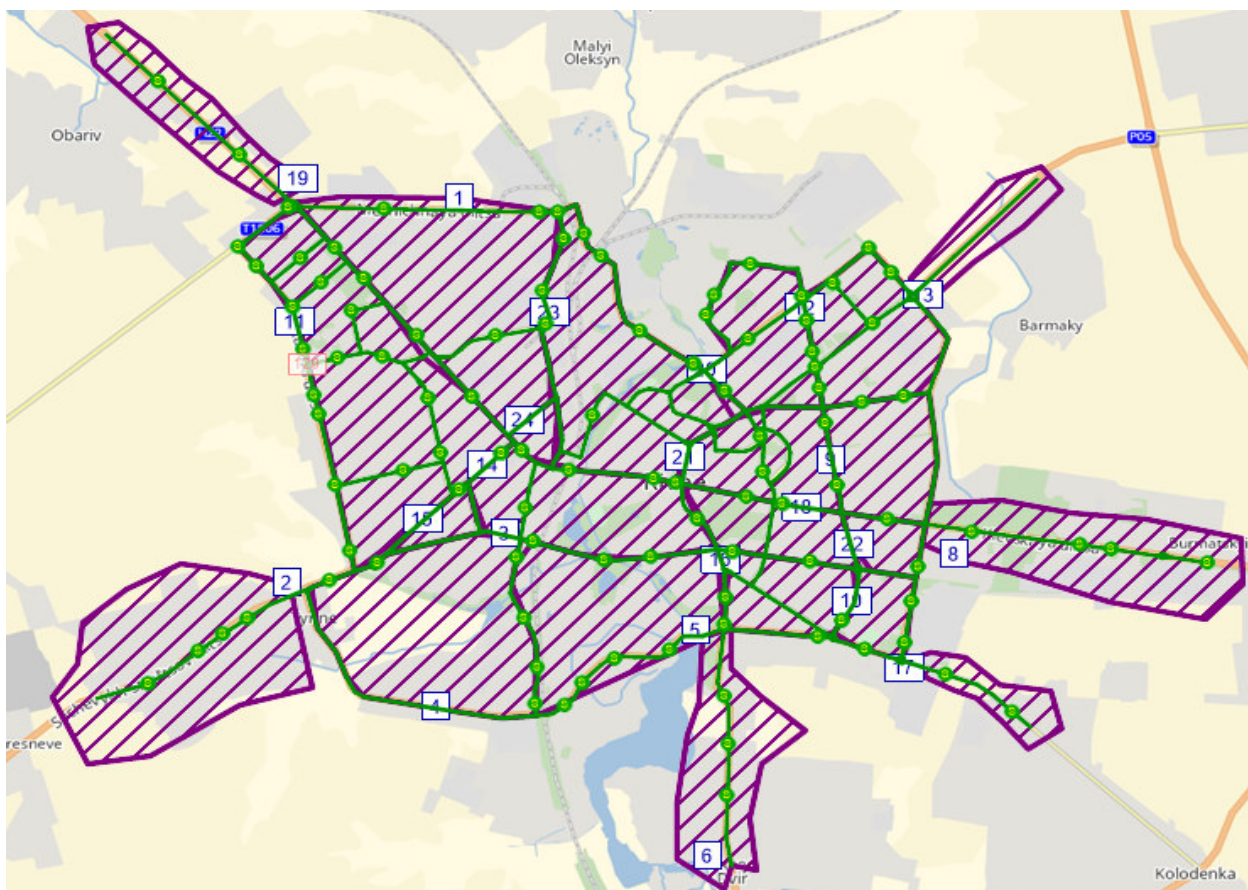


Рис. 3. Фрагмент поділу міста Рівне на транспортні райони транспортне районування

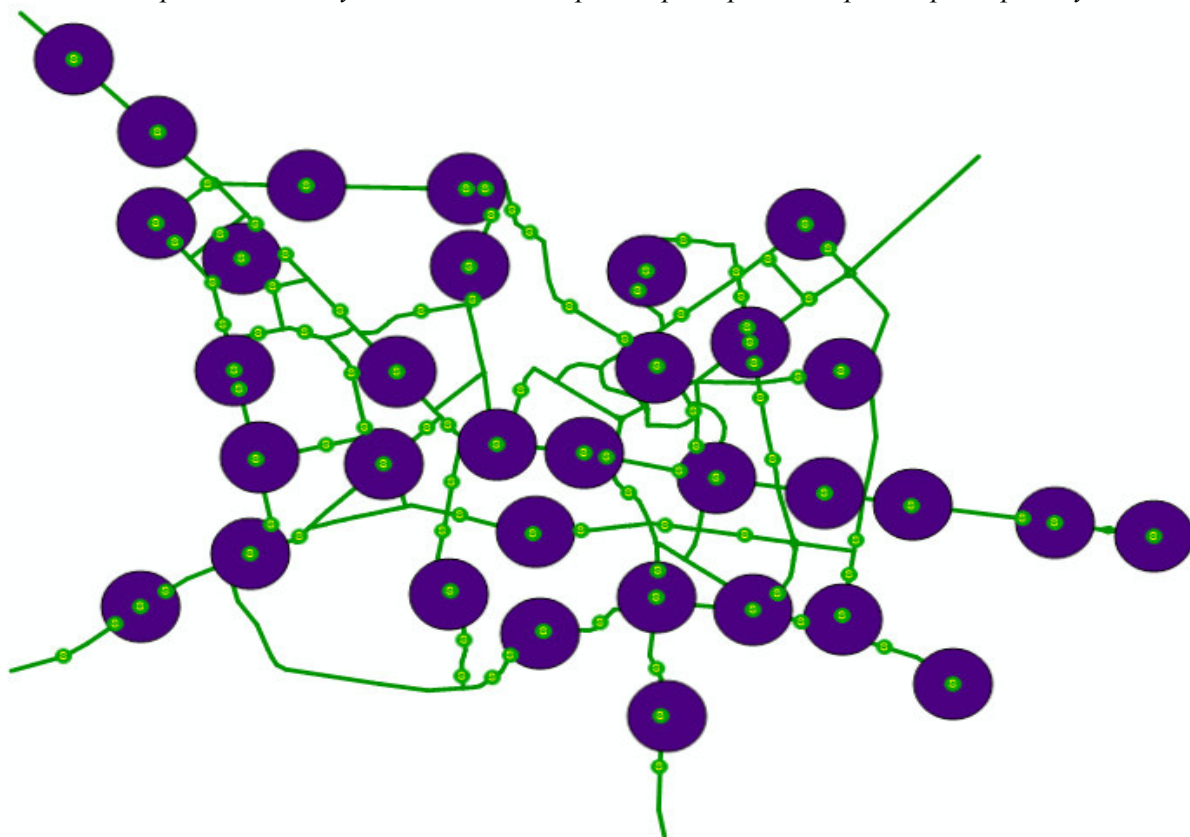


Рис. 4. Нанесення зон пішохідної доступності і для зупинок громадського транспорту

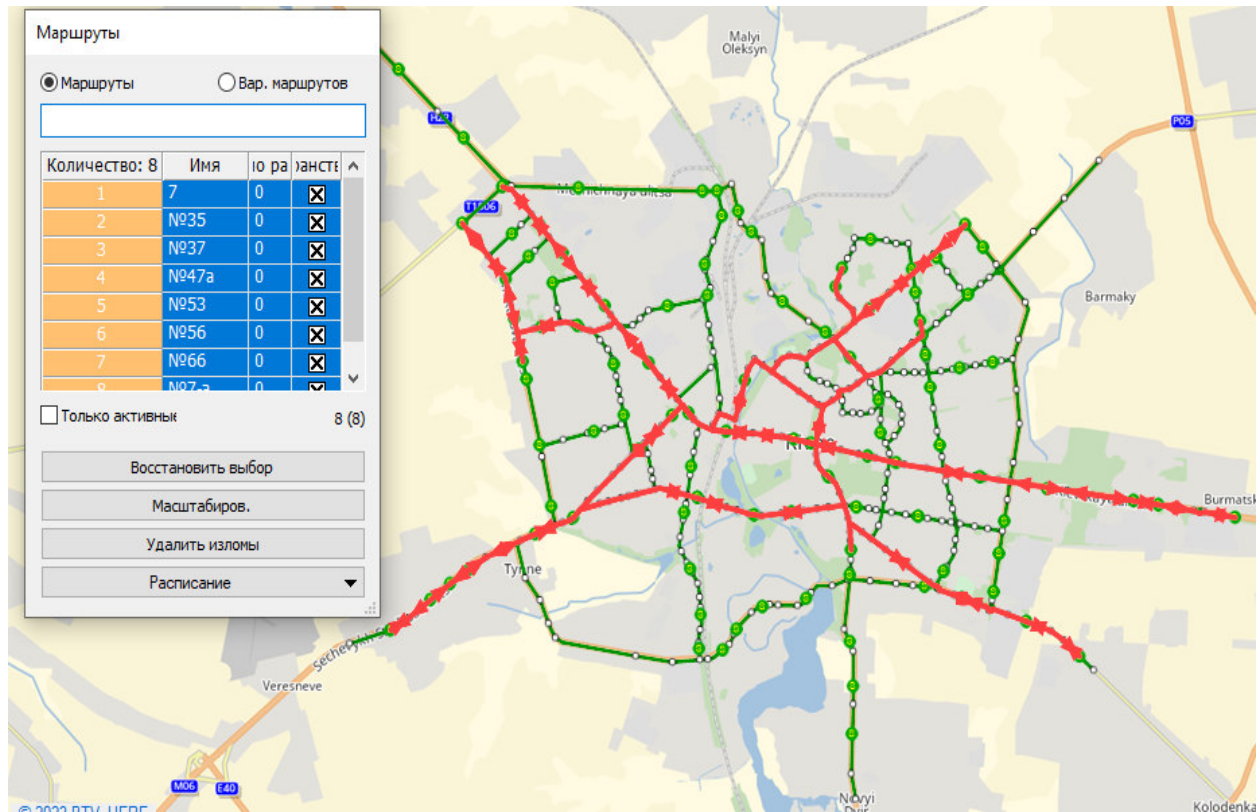


Рис. 5. Формування мережі маршрутів громадського транспорту для міста Рівне

Відповідно до прикладу побудови моделі пропозиції громадського транспорту для міста Рівне видно, що транспортне моделювання відкриває багато можливостей щодо розвитку різних секторів транспортної галузі, спрощує впровадження нових проектів та суттєво зменшує витрати на перевірку різних сценаріїв роботи впроваджених проектів. Відповідно це суттєво економить багато коштів, а також пришвидшує впровадження нових проектів [1, 3].

1. Опис програмного забезпечення PTV. URL: <https://pro-mobility.org/instruction/students-ptv-vissim-visum> (дата звернення: 15.10.2023).

2. Дмитро Беспалов транспортне мікро та макромодельювання. URL: <https://b-lab.pro/ptv-vissim> (дата звернення: 15.10.2023).

3. Пашкевич С. М., Никончук В. М., Кристопчук М. Є. Функціонування громадського транспорту у соціальному просторі міста. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті* : науковий журнал. Луцьк : ЛНТУ, 2022. № 2(19). С. 156–178. URL: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal-mbf/article/view/915> (дата звернення: 15.10.2023).

4. Хітров І. О., Кристопчук М. Є. Закономірності формування і розподілу транспортних та пасажирських потоків. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2020. № 3(34). С. 324–330. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10471/1/38.pdf>. (дата звернення: 15.10.2023).

УДК 656.13

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХРЕСТЯ З КРУГОВИМ РУХОМ МІСТА ДУБНО

Василь Косюк

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

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

Перехрестя – це місце, де дороги перетинаються або розгалужуються, і де учасники дорожнього руху можуть змінювати напрямок руху. Вони мають бути зручними для автомобільного транспорту, пішоходів і велосипедистів. Особливістю кільцевих перехресть є регулюванням швидкості на в'їзді та рух проти годинникової стрілки навколо центрального острівця [1–3].

Саме завдяки правильно підібраним геометричним параметрам (з індивідуальним підходом для кожного конкретного випадку) можна буде орієнтуватися на досягнення результату, який нерідко передбачає компромісний вибір між безпекою та пропускну здатністю. В геометричній побудові реалізація перехрестя з круговим рухом дозволяє ефективно і безпечно поєднати більше ніж чотири сторони вулиць [2].

Проектування кільцевого перехрестя складніше, ніж традиційного перехрестя, оскільки необхідно контролювати швидкість автомобілів, шляхи в'їзду можуть мати незначні відмінності, знаки та смуги дуже важливі для ефективної роботи, а безпечне розміщення велосипедистів і пішоходів може бути непростим завданням. Крім того, що кільцеві перехрестя забезпечують безпечний і ефективний проїзд великих вантажівок, їх зазвичай проектують інженери, які спеціалізуються на них [1; 4; 5].

Перехрестя з круговим рухом працюють найбезпечніше, коли їхня геометрія змушує транспорт в'їжджати і виїжджати з перехрестя на низьких швидкостях. Горизонтальна кривизна і вузька ширина тротуару використовуються для створення такого середовища зі зниженою швидкістю. І навпаки, на пропускну здатність кільцевих перехресть негативно впливають ці низькошвидкісні елементи дизайну.

Зі зменшенням ширини і радіусів в'їзних і кільцевих проїздів зменшується і пропускну здатність перехрестя з круговим рухом. Крім того, багато геометричних параметрів визначаються вимогами до маневрування найбільших автомобілів, які, як очікується, проїжджатимуть через перехрестя. Таким чином, проектування кільцевого перехрестя – це процес визначення оптимального балансу між безпекою, експлуатаційними характеристиками та можливістю проїзду габаритних вантажних автомобілів [5–7].

Аналіз черги на виїзді з перехрестя може виявити, що для її скорочення може знадобитися віддалений пішохідний перехід, розташований на відстані більше, ніж на один автомобіль. Пішоходи зможуть відрізнити автомобілі, що виїжджають, від тих, що рухаються (як візуально, так і на слух), хоча це не було підтверджено дослідженнями.

Об'єктом дослідження є побудоване в 2018 році перехрестя з круговим рухом міста Дубно (рисунок). Проведені дослідження параметрів перехрестя з круговим рухом на відповідність нормативних вимог показали:

1. Діаметр центрального острівця досліджуваного перехрестя з круговим рухом складає 20 м і відповідає середньому розміру.
2. Загальна ширина двох смуг руху складає 9 метрів.
3. Однак є невідповідність його проектування, оскільки для двох смуг руху необхідно передбачити дві смуги руху на виїзді з нього.
4. Обмеження за довжиною автомобіля – 22 метри.

5. Запас пропускної здатності складає 56 відсотків.

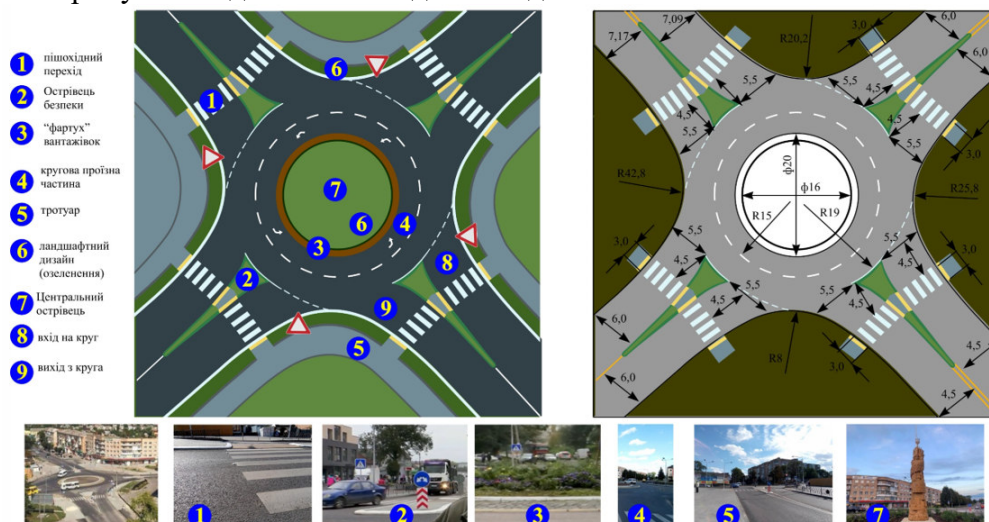


Рисунок. Перехрестя з круговим рухом міста Дубно та його геометричне компонування

Хоча методології основи проектування перехресть різняться, але всі вони направлені на зменшення аварійності (це може бути пов'язано з поєднанням відмінностей у поведінці водіїв та особливостями конструкції).

Аналіз показників безпеки проїзду перехрестя з круговим рухом м. Дубно є безпечним за всіма показниками: сумарному рівню за конфліктними точками – 32%, рівню забезпеченості безпеки руху на перехресті – 2,36; низької кількості ДТП – 4.

Таким чином, згідно проведених досліджень запроєктоване перехрестя в місті Дубно є простим за організацією складності перетину, цілком безпечне і має достатній запас пропускної здатності.

1. Лобашов О. О., Прасоленко О. В. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху». Харків : ХНАМГ, 2011. 221 с.
2. Потійчук О. Б., Піліпака Л. М. Транспортні розв'язки. Рівне : НУВГП, 2020. 263 с.
3. Правила дорожнього руху України 2023. Київ : Моноліт. 2023. 80 с.
4. Семченко Н. О., Холодова О. О., Бугайова М. О. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Організація та безпека дорожнього руху» для студентів спеціальності 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті). Харків : ХНАДУ, 2022. 38 с.
5. A. Dagersten. «Roundabouts in Switzerland and Sweden, Thesis 72» Department of Traffic Planning and Engineering, Institute of Technology, University of Lund, Lausanne, Switzerland, 1992.
6. Acharya Amarnath. Basics of Roundabout design. 2018. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/basics-roundabout-design-amarnath-acharya> (дата звернення: 15.10.2023).
7. Dijkstra A. Enkele aspecten van kruispuntveiligheid: Rapportage voor het CROW-project Afwegingskader kruispunten. 2014. URL: <https://swov.nl/nl/publicatie/enkele-aspecten-van-kruispuntveiligheid> (дата звернення: 15.10.2023).

УДК 656.13

АДАПТИВНІ СИСТЕМИ СВІТЛОФОРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, ЯК ОДИН ІЗ НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО МІСТА ТА ЕФЕКТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Назар Матюк, Ігор Хітров

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

Стійкий економічний розвиток будь-якого регіону чи адміністративно-територіальної одиниці неможливий без належної дорожньої інфраструктури. Адже належний стан автомобільних доріг підвищує безпеку та якість перевезення вантажів і пасажирів, забезпечує мобільність та відповідний рівень зайнятості населення, доступність освітніх та інших послуг, активізує рух капіталу в Україні та за її межами.

Надмірна завантаженість доріг, яку ми спостерігаємо щодня, особливо в містах, в першу чергу пов'язана з збільшенням кількості транспортних засобів, що, в свою чергу, спричиняє аварії та погіршує рівень перевантаженості і без того зношеної інфраструктури дорожньої мережі.

Затори на дорогах мають значний вплив на довкілля, економіку та здоров'я населення. Вирішення проблеми дорожніх заторів за допомогою наукового підґрунтя потребує стратегій і методів управління і регулювання дорожнього руху і залишаються в центрі уваги дослідників протягом кількох десятиліть [1; 2].

Світлофорне регулювання – це один із заходів, який зазвичай використовується на перехрестях доріг для мінімізації часу в дорозі та затримок для транспортних засобів та/або пішоходів. Світлофорне регулювання на перехрестях дозволяє контролювати рух транспортних засобів шляхом розподілу часових інтервалів, протягом яких окремі транспортні потоки на кожному під'їзді до перехрестя можуть використовувати наявний дорожній простір [3].

Основна роль світлофорів, тобто світлових сигналів для регулювання дорожнього руху на наземних перехрестях, полягає в розділенні конфліктних ситуацій між транспортними засобами та пішоходами в характерних точках. Світлові сигнали регулюють транспортні потоки таким чином, щоб дозволити транспортним засобам однієї групи потоків (неконфліктних або конфліктних) проїхати в заданий проміжок часу (фазу), при цьому транспортні засоби другої групи потоків будуть зібрані в той же самий час.

На сьогоднішній день на вулично-дорожній мережі існує два режими роботи світлофорів: робота з постійною, фіксованою тривалістю циклу та світлофори (статичною і динамічною), та які підлаштовують тривалість циклу до умов руху на перехресті – адаптивні системи.

З точки зору планування, системи з фіксованим режимом найчастіше реалізуються як статичні, з постійною довжиною циклу протягом доби, так і динамічні, які враховують нестационарність транспортного потоку протягом доби. У динамічних системах добу розбивають на ряд часових інтервалів, припускаючи, що для кожного часового інтервалу окремо транспортні потоки є постійними [4].

Адаптивні системи базуються на нових технологіях моніторингу дорожнього руху, які дозволяють отримувати точні дані про транспортні потоки в реальному часі та здійснювати адаптивне керування світлофорами, тобто адаптацію плану сигналів у реальному часі до змін у транспортних потоках (рисунок). Програмне рішення, що базується на запропонованому

алгоритмі спрощує використання системи, а також потребує значно менших витрат на його впровадження та обслуговування [5].

Однією з головних вимог для успішного розгортання ефективної всеохоплювальної (в межах всього міста) автоматизованої системи регулювання дорожнього руху є точна оцінка кількості транспортних засобів на дорогах (їх обліку можна досягти різними способами, наприклад використання індуктивних петель, магнітних датчиків, магнітометрів або навіть камер).

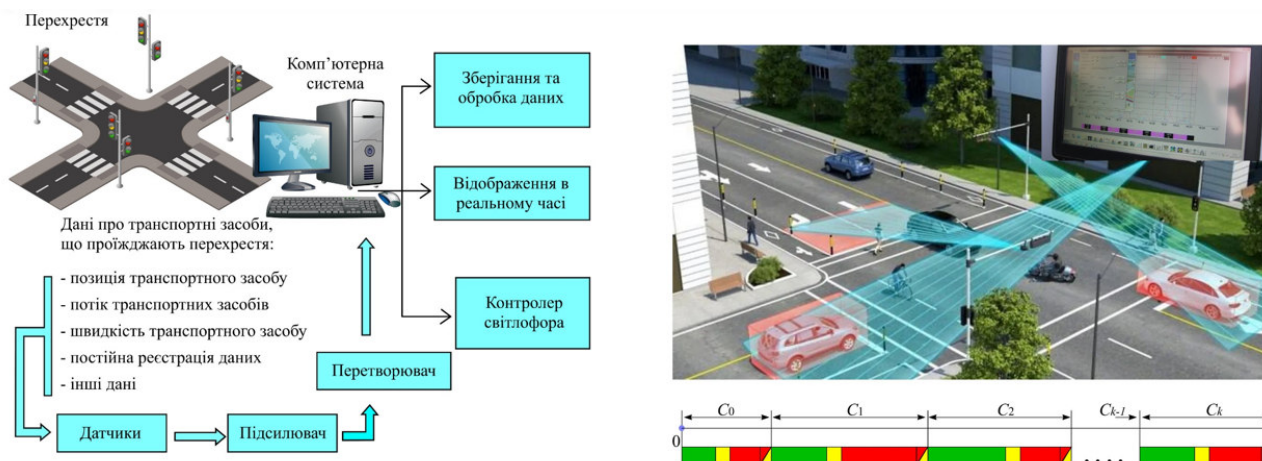


Рисунок. Адаптивна система світлофорного регулювання

Таким чином, запровадження адаптивних системи регулювання дорожнього руху дозволить реалізувати: моніторингу транспортних потоків; автоматизацію для керування дорожнім рухом; отримати інформацію в режимі реального часу за всіма учасниками дорожнього руху; визначати пріоритети між різними видами транспорту.

1. Tubaishat M., Shang Y., Shi H. Adaptive traffic light control with wireless sensor networks. *Proceedings of IEEE Consumer Communications and Networking Conference*. 2007. P. 187–191.
2. Nagurney A. Congested urban transportation networks and emission paradoxes. *Transportation Research. Part D: Transport and Environment*. 2000. Vol. 5, Issue 2. P. 145–151.
3. Lee J., Park B. Development and evaluation of a cooperative vehicle intersection control algorithm under the connected vehicles environment. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2012. Vol. 13(1). Pp. 81–90.
4. Zijun Liang, Xuejuan Zhan, Wei Kong, Yun Xiao. Space-Time Resource Integrated Optimization Method for Time-of-Day Division at Intersection Based on Multidimensional Traffic Flows. *Journal of Advanced Transportation*. 2023. P. 1–18.
5. Han Zhang, Henry X. Liu, Peng Chen, Guizhen Yu, Yunpeng Wang. Cycle-Based End of Queue Estimation at Signalized Intersections Using Low-Penetration-Rate Vehicle Trajectories. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2020. Vol. 21 (8). P. 3257–3272.

УДК 656.13

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОФАЗНОГО РОЗ'ЇЗДУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗЩЕПЛЕНОЇ ФАЗИ

Марина Прохорчук

*Відокремлений структурний підрозділ «Житомирський автомобільно-дорожній фаховий коледж» Національного транспортного університету
вул. Велика Бердичівська, 2, м. Житомир, 10014*

Найбільш проблемними ділянками вулично-дорожньої мережі міст при розробці заходів організації дорожнього руху є перехрестя. Для організації безпечного руху на перехресті найчастіше використовують світлофорне регулювання. Введення світлофорного регулювання дає можливість мінімізувати кількість конфліктних точок, скоротити затримки учасників дорожнього руху, зменшити негативний вплив на довкілля.

При введенні світлофорного регулювання на перехресті важливою задачею є визначення кількості фаз регулювання. Максимальна кількість фаз забезпечує мінімум конфліктних точок для регульованих напрямків, однак збільшує тривалість циклу і сумарну тривалість додаткових тактів. Тому при визначенні кількості фаз слід враховувати конкретні умови, що склалися на перехресті (кількість і тип конфліктних точок, обсяг руху, геометрію перехрестя тощо) [1].

На перехрестях, де проїзна частина вузька, а інтенсивність транспортних потоків у зустрічних напрямках значно відрізняється, вдаються до введення розщепленої фази, що дає час транспортним засобам зробити поворот ліворуч при великій інтенсивності зустрічного руху. Існує два методи розщеплення фази: метод затримки старту і метод ранньої відсічки. Пофазовий роз'їзд при застосуванні даних методів наведено на рисунках 1, 2.

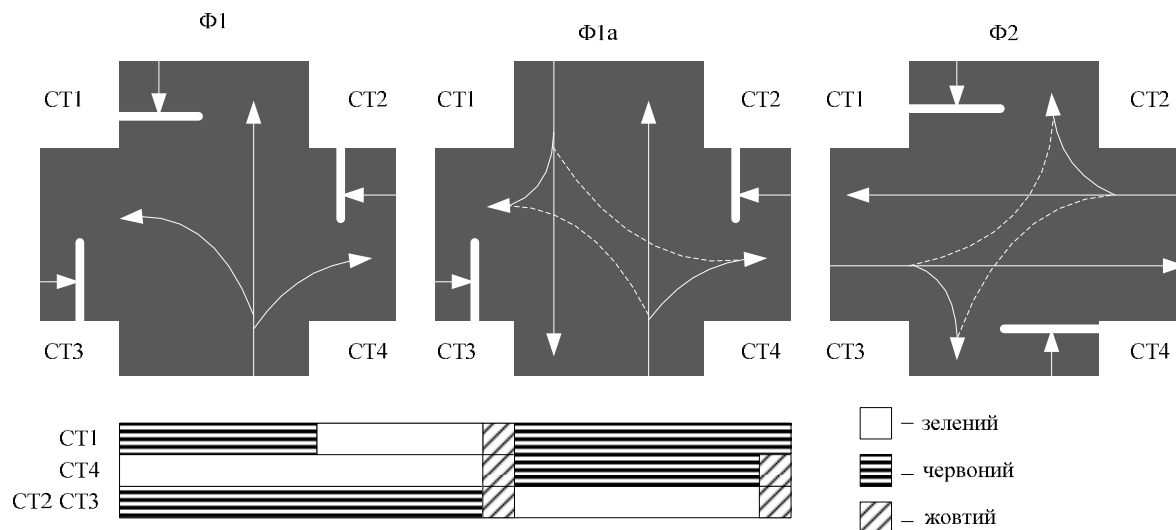


Рис. 1. Пофазний роз'їзд транспортних засобів з використанням розщепленої фази методом затримки старту

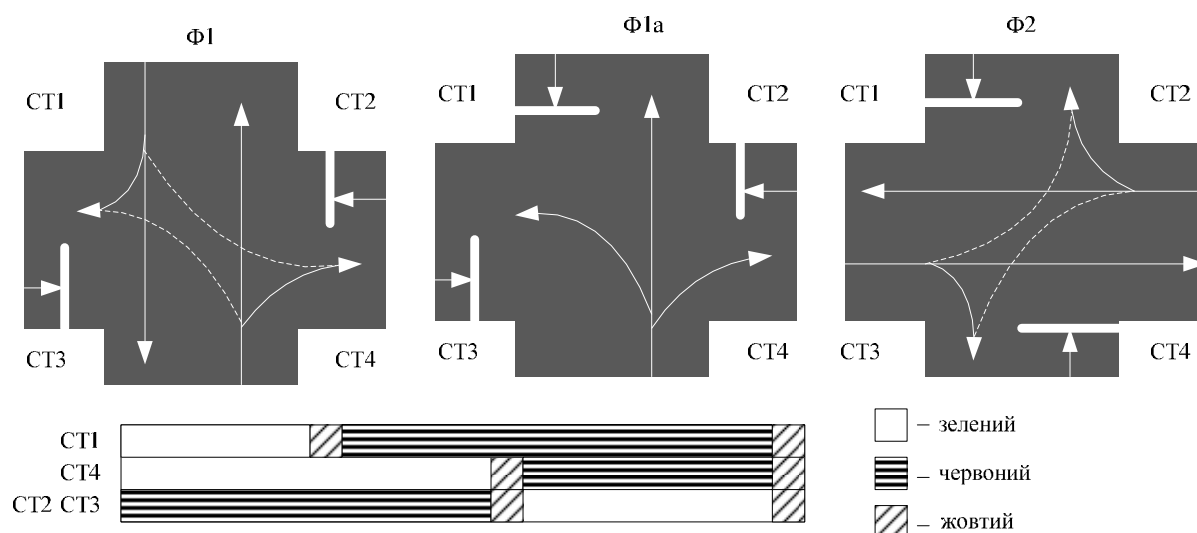


Рис. 2. Пофазний роз'їзд транспортних засобів з використанням розщепленої фази методом ранньої відсічки

Надані схеми пофазного роз'їзду знайшли широке використання на перехрестях, де існує велика різниця інтенсивності зустрічного руху, але відсутня додаткова смуга для введення поворотної секції. Даний метод організації роз'їзду дозволяє зробити транспортним засобам поворот ліворуч при високій інтенсивності зустрічного руху, що зменшує транспортні затримки на перехресті. Але метод розщеплення фаз при цьому має великий недолік, який полягає у відсутності у водіїв інформації про момент ввімкнення або вимкнення зеленого сигналу на зустрічній смузі. При застосуванні двофазного циклу ліво- і правоповоротні маневри, а також рух пішоходів здійснюється за наявності конфліктів [1]. Використання розщепленої фази при двофазовому циклі не міняє цю ситуацію, конфлікти лишаються при здійсненні поворотів. Конфліктні точки на перехресті при застосуванні двофазного циклу вказані на рисунку 3.

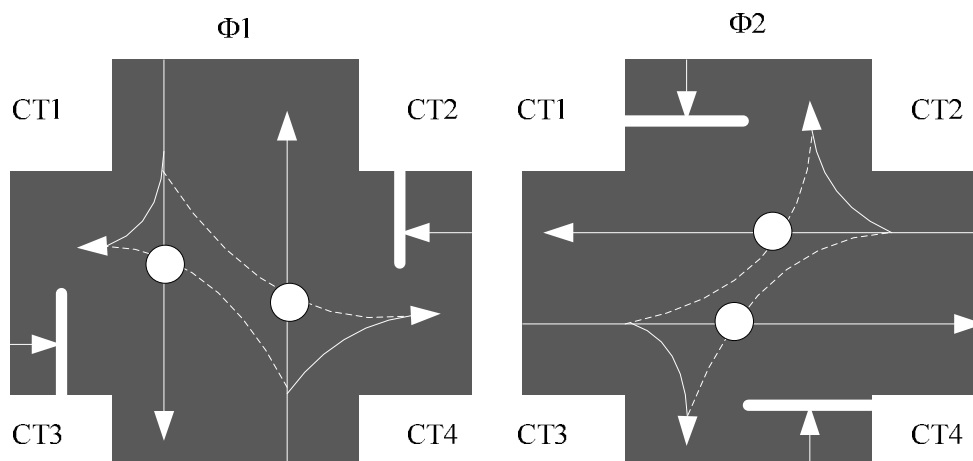


Рис. 3. Конфліктні точки при двофазному циклі світлофорного регулювання

Якщо розглянути двофазний цикл з розщепленою фазою методом ранньої відсічки, то в фазі 1а (рис. 2 Ф1, а) конфліктів має не бути, бо рух дозволено тільки з одного напрямку. Але в деяких випадках може скластися наступна ситуація: водії, які здійснюють поворот ліворуч (напрямок АВ рис. 4), з напрямку на якому час дії зеленого сигналу скорочено (переріз А рис.

4), вже виїхали на середину перехрестя, але не встигли завершити маневр на зелений сигнал, бачачи жовтий сигнал для себе намагаються швидше завершити маневр. Не маючи інформації про те, що на зустрічній смузі ще діє зелений сигнал і рух транспортних засобів дозволено в усіх напрямках, водій в такій ситуації може здійснити швидкий маневр не давши дорогу зустрічному транспорту, який рухатиметься прямо на зелений сигнал, тим самим спричинивши ДТП.

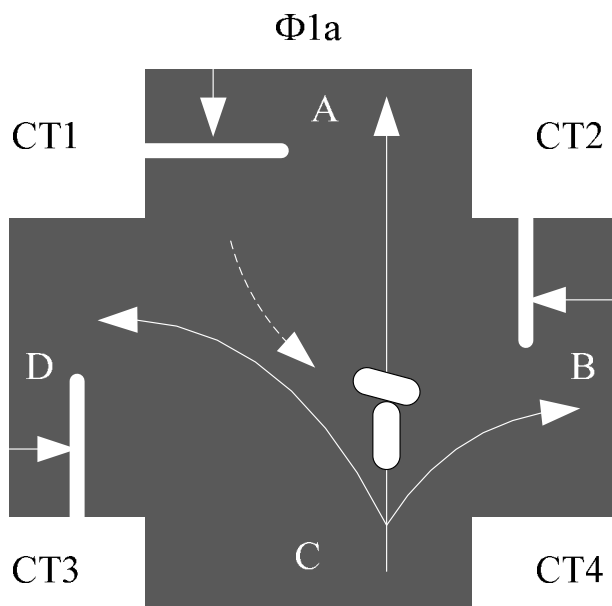


Рис. 4. Схема імовірного ДТП

Не зважаючи на даний недолік, розщеплення фаз має перевагу перед використанням простого двофазного циклу у тих випадках, коли спостерігається неоднорідна інтенсивність руху в різних напрямках і частина транспортних засобів, що рухаються через перехрестя, не встигають зробити лівий поворот (як, наприклад, на рис. 4 напрямком CD), а облаштування поворотної секції не можливо через геометричні особливості проїзної частини. Тому відкидати даний спосіб організації пофазного роз'їзду не варто, але з метою підвищення безпеки руху на перехрестях з розщепленими фазами варто ввести інформаційні знаки, які б привертали увагу водіїв при наближенні до перехрестя з такою організацією світлофорного регулювання. Також можливо встановлення сферичних дзеркал, які відображали б сигнальну групу смуги для зустрічного транспорту.

1. Поліщук В. П. Організація та регулювання дорожнього руху. Київ : Знання України, 2014. 467 с.

УДК 656.02; 656.1

БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

Наталія Птиця, Геннадій Птиця

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002*

Основний вид транспорту для здійснення внутрішніх перевезень, як в масштабах міста, так і країни, є автомобільний транспорт. Налагоджений ритм роботи виробничих та промислових підприємств залежить саме від надійної і чіткої роботи саме цього виду транспорту. Планування та забезпечення розвезення вантажів, або продукції до пунктів призначення є важливим процесом і з точки зору забезпечення населення.

Основною відмінністю доставки товарів у містах є те велика кількість пунктів, в які необхідно завезти вантаж, а також кількість вантажу для завезення. В деяких випадках обсяг завезеної партії може не перевищувати 20 кілограмів. Організація такого виду перевезень із застосуванням розвізних маршрутів доволі не простий процес, який потребує врахування численної кількості факторів. Планування доставки завжди здійснюється з використання інструментів оптимізації, які направлені здебільшого на зниження витрат, скорочення часу та загальної протяжності маршрутів.

Маршрутизація перевезень є дієвим інструментом для забезпечення ефективної організації вантажних перевезень. При виконанні маршрутизації враховуються обсяги майбутніх перевезень вантажів, територіальне розташування пунктів заводу і часові параметри доставки, а також кількості транспортних засобів для забезпечення ритмічності перевезень та узгодження простою автомобілів під навантаженням і розвантаженням. Суть логістичного управління процесом доставки полягає саме у пошуку оптимальних маршрутів руху транспортних засобів, які мають доставляти вантаж в найкоротший термін з мінімальними грошовими витратами. Оскільки такі перевезення у своїй більшості застосовуються у міських умовах, безпосередньо на міській транспортній мережі, яка характеризується різними технічними обмеженнями, які до того ж є мінливими, то ці фактори потрібно враховувати при проведенні маршрутизації.

Наразі військовий стан вніс свої корективи у всі звичні процеси маршрутизації які необхідно враховувати при плануванні процесу доставки. Більшою мірою це стосується змін на вулично-дорожній мережі міста, якою пролягають діючі, або майбутні маршрути. Війна спричинила необхідність знизити швидкість пересування по автомобільних дорогах. Безпосередньо саме дорожнє полотно на деяких ділянках дороги зазнало пошкодження. Рух значно ускладнюється хаотично встановленими перешкодами та блокпостами безпосередньо на проїжджій частині, що заважає, або навіть унеможливорює проїзд деяких транспортних засобів. Деякі ділянки доріг взагалі закриті для руху автомобільного транспорту. Ситуацію ускладнює також відсутність тимчасових попереджувальних знаків, знищені, або не функціонуючі технічні засоби управління дорожнім рухом та обмеження руху у визначені години доби – комендантська година. Ступінь складності транспортних вузлів на мережі міста значно підвищився, змінилися характеристики вулично-дорожньої мережі, зменшилась пропускна спроможність окремих ділянок. Все це зокрема підвищило рівень аварійності при здійсненні перевезень.

До питання організації та планування раціонального маршруту руху вантажного транспорту в сучасних умовах необхідно підходити з врахуванням ситуації та вимог, що

накладає система «Водій – Автомобіль – Дорога – Середовище». Фактори, що характеризують дорожні умови на маршруті, необхідно враховувати. Серед таких факторів будуть категорія дороги, відстань перевезення вантажу, тип і стан дорожнього покриття, сумарна довжина підйомів і спусків зі значним нахилом. При здійсненні процесу доставки підприємства конкурують не тільки по її вартості, але і за рівнем надійності цих послуг. Найкоротший шлях маршруту може виявитися найаварійнішим і вигода по кількості заощадженого палива може поставити під загрозу цілісність та якість вантажів, що перевозяться, а також людське життя. Вся інформація про небезпечні ділянки на транспортній мережі міста повинна бути врахована при плануванні маршрутів доставки. Досягти цього можна змінивши підхід та формалізуючи процес визначення та вибору найбільш безпечних маршрутів, відповідними ділянками вулично-дорожньої мережі, для забезпечення вантажних перевезень.

Вищевказані чинники, які спричинила війна, доводять, що на сьогодні забезпечення ефективного та налагодженого процесу доставки потребують врахування тих змін, що відбулися на вулично-дорожній мережі міста. Безпека водія, вантажу та транспортного засобу на маршруті є не менш важливими при організації доставки ніж вибір раціональної вантажності. Отже у процесі організації вантажних перевезень на логістичних засадах необхідно враховувати ситуацію на транспортній мережі міста, що забезпечить надійність та ефективність перевезень.

1. Ковцур К. Г., Токмиленко Т. Т., Птиця Н. В. Рационалізація транспортної складової в логістичному ланцюзі постачань товарів у роздрібну торговельну мережу. *Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ»* : зб. наук. пр. Сер. Нові рішення в сучасних технологіях. 2019. № 10 (1335). С. 54–62.

2. Прокудін Г. С., Приймак І. С. Знаходження найкоротших маршрутів на транспортних мережах. *Автомобільний транспорт та інфраструктура* : зб. тез доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції (19–21 квітня 2023 року) / Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2023. С. 43–46.

3. Нефьодов М. А., Очеретенко С.В. Логістика. Харків : ХНАДУ, 2013. 164 с.

4. Птиця Н. В., Кизим О. В. Вплив воєнної агресії на транспортну систему України. *Автомобільний транспорт та інфраструктура* : зб. тез доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції (19–21 квітня 2023 року) / Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2023. С. 69–70.

5. Брисковська О. М. Особливості небезпеки на автошляхах держави у воєнний час та необхідність підвищення контролю за дотриманням правил дорожнього руху. *Безпека дорожнього руху в умовах воєнного стану* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної онлайн конференції (27 травня 2022 року). Кривий Ріг, 2022. С. 20–22.

УДК 331.56; 656.13

ОЦІНКА ЕРГОНОМІЧНОСТІ КЕРУВАННЯ ВАНТАЖНИМ АВТОМОБІЛЕМ

Чеберячко Сергій, Дерюгін Олег, Літвінова Яна

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

Захворювання опорно-рухового апарату (далі – ОРА) знаходяться на першому місці у світі серед інших професійних захворювань водіїв вантажних автомобілів [1; 2]. Це пов'язано, в першу чергу, з незручними робочими позами, невідповідністю виробничого завдання індивідуальним фізичним характеристикам людини, впливом оточуючого середовища через різні небезпечні чинники (кліматичні, акустичні, світлові та інші). Така ситуація вимагає дієвих фінансово обґрунтованих рішень від роботодавців в основі яких знаходиться процедура керування ергономічними ризиками (далі – ЕР) [3; 4]. Остання залежить від першого і дуже важливого кроку – ідентифікації всіх ергономічних небезпек і небезпечних чинників, які впливають на фізичний і психічний стан водія, а також на зручність виконання виробничого завдання. Крім того, важливо не тільки виявити всі небезпеки і оцінити ЕР, а порівняти його з індивідуальними характеристиками водія, з його рівнем здоров'я, фізичними даними, що дозволить визначити і графік праці та відпочинку, і раціональне навантаження, і об'єм робіт, які не призведуть до розвитку професійних захворювань. Тому розробка алгоритму з ідентифікації та аналізу всіх ергономічних небезпек і небезпечних чинників з урахуванням фізичних можливостей водіїв являється актуальною задачею, яка дозволить, як зберегти здоров'я водіям, так і фінансові ресурси автотранспортним підприємствам.

Метою дослідження є – розробка алгоритму для оцінки ЕР на основі визначення індексу навантаження м'язів водія та стажем його роботи.

Для розробки алгоритму з керування ЕР скористаємось відомим підходом TILE, який передбачає визначення ергономічних небезпечних чинників, що формуються робочою позою працівника, залежать від його індивідуального здоров'я, величини навантаження, впливу навколишнього середовища. При цьому ЕР представимо як комбінацію індексу навантаження всіх м'язів робітника при виконанні виробничого завдання за визначений час і стажем роботи:

$$P = IH \times CP, \quad (1)$$

де IH – індекс навантаження, який розраховується як сума всіх навантажень на групи м'язів, бали; CP – стаж роботи з відповідним рівнем навантаження м'язів, бали.

Відповідно до вимог ДСТУ ISO 45001 ризик – це поєднання ймовірності виникнення небезпечної події чи впливу, пов'язаного з роботою, і тяжкості травми та погіршення стану здоров'я працівника. Ймовірність виникнення небезпечної події можна розрахувати за індексом навантаження, який визначається в балах. Останній формується, виходячи з робочої пози, кількості повторювальних рухів, ритму і темпу робіт та інших показників, які впливають на ймовірність захворювання ОРА.

Для визначення рівнів ризику розвитку професійних хвороб ОРА водіїв, брали до уваги вимоги Гігієнічної класифікації умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [5; 6; 7], де безпечним (зелена зона), тобто рівень ризику є прийнятним, рахується навантаження, якщо:

- потужність динамічної роботи (Вт) при навантаженні м'язів верхніх кінцівок не

перевищує 45 Вт для чоловіків і 30 Вт - для жінок, а при навантаженні м'язів нижніх кінцівок і тулуба – відповідно 90 і 63 Вт;

- маса вантажу, що піднімається, не перевищує 30 кг для чоловіків і 10 кг для жінок;

- кількість рухів кистями і пальцями за одну зміну не перевищує 40000 мілких стереотипних рухів;

- статичне м'язове навантаження не перевищує за зміну $430000 \text{ Н} \times \text{с}$, якщо вантаж удержується однією рукою і $970000 \text{ Н} \times \text{с}$ – двома руками;

- робоча поза вільна, а перебування в нахиленому положенні під кутом менш ніж 30° не перевищує 25% часу робочої зміни, або кількість нахилів тулуба під кутом більш ніж 30° не перевищує 100 за зміну.

Виходячи із розрахунку індексу навантаження під час виконання робіт з різними робочими рухами із урахуванням критичних рівнів навантаження, які зазначені вище, були встановлені межі матриці ергономічних ризиків (рис. 1) із розподілом рівнів ризику (зелений колір – прийнятний ергономічний ризик – низька імовірність захворювання ОРА, помаранчевий колір – прийнятний з перевіркою стану здоров'я робітника – середня імовірність захворювання ОРА, червоний колір – не прийнятний ризик – велика імовірність захворювання ОРА).

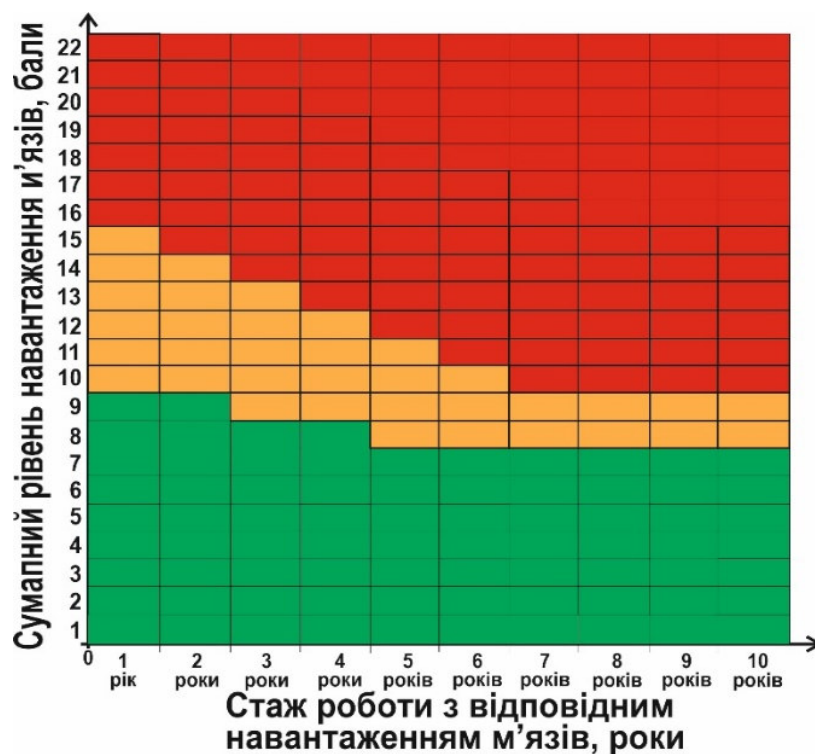


Рис. 1. Матриця ЕР

Для відображення проміжних результатів розрахунку індексу навантаження з урахуванням стажу роботи запропоновано спеціальну табличну форму (табл. 1) в якій відображена послідовність кроків, місце для виставлення відповідних балів та описані розрахункові формули. Для фотофіксації робочих поз працівників використовували камеру з розширенням 1024×768 пікселів. Фотографії робили на відстані одного метра, таким чином, щоб все тіло працівника, в профіль, потрапило в об'єктив. Фотографували всі робочі рухи працівників для визначення ергономічного ризику.

Крок 1.

Ідентифікація рухів м'язів шиї – A₁, м'язів тулубу – A₂, м'язів ніг – A₃

Ідентифікація рухів тулубу	Позначення	Ідентифікація рухів шиї	Позначення	Ідентифікація додаткових рухів і визначення в балах	Додаткові бали	Підсумковий бал
+1	0°	Відсутні	A ₁	Відсутні	+0	+1
+2	Нахил назад 0°-20°	Відсутні	A ₂	Відсутні	+1	+2
+3	Нахил вперед 20°-60°	Відсутні	A ₃	Відсутні	+1	+3
+4	Нахил в бок 60°+	Відсутні	A ₄	Відсутні	+1	+4
+5	Відсутні	Відсутні	A ₅	Відсутні	+1	+5
+6	Відсутні	Відсутні	A ₆	Відсутні	+1	+6
+7	Відсутні	Відсутні	A ₇	Відсутні	+1	+7
+8	Відсутні	Відсутні	A ₈	Відсутні	+1	+8
+9	Відсутні	Відсутні	A ₉	Відсутні	+1	+9
+10	Відсутні	Відсутні	A ₁₀	Відсутні	+1	+10
+11	Відсутні	Відсутні	A ₁₁	Відсутні	+1	+11
+12	Відсутні	Відсутні	A ₁₂	Відсутні	+1	+12
+13	Відсутні	Відсутні	A ₁₃	Відсутні	+1	+13
+14	Відсутні	Відсутні	A ₁₄	Відсутні	+1	+14
+15	Відсутні	Відсутні	A ₁₅	Відсутні	+1	+15
+16	Відсутні	Відсутні	A ₁₆	Відсутні	+1	+16
+17	Відсутні	Відсутні	A ₁₇	Відсутні	+1	+17
+18	Відсутні	Відсутні	A ₁₈	Відсутні	+1	+18
+19	Відсутні	Відсутні	A ₁₉	Відсутні	+1	+19
+20	Відсутні	Відсутні	A ₂₀	Відсутні	+1	+20
+21	Відсутні	Відсутні	A ₂₁	Відсутні	+1	+21
+22	Відсутні	Відсутні	A ₂₂	Відсутні	+1	+22
+23	Відсутні	Відсутні	A ₂₃	Відсутні	+1	+23
+24	Відсутні	Відсутні	A ₂₄	Відсутні	+1	+24
+25	Відсутні	Відсутні	A ₂₅	Відсутні	+1	+25
+26	Відсутні	Відсутні	A ₂₆	Відсутні	+1	+26
+27	Відсутні	Відсутні	A ₂₇	Відсутні	+1	+27
+28	Відсутні	Відсутні	A ₂₈	Відсутні	+1	+28
+29	Відсутні	Відсутні	A ₂₉	Відсутні	+1	+29
+30	Відсутні	Відсутні	A ₃₀	Відсутні	+1	+30
+31	Відсутні	Відсутні	A ₃₁	Відсутні	+1	+31
+32	Відсутні	Відсутні	A ₃₂	Відсутні	+1	+32
+33	Відсутні	Відсутні	A ₃₃	Відсутні	+1	+33
+34	Відсутні	Відсутні	A ₃₄	Відсутні	+1	+34
+35	Відсутні	Відсутні	A ₃₅	Відсутні	+1	+35
+36	Відсутні	Відсутні	A ₃₆	Відсутні	+1	+36
+37	Відсутні	Відсутні	A ₃₇	Відсутні	+1	+37
+38	Відсутні	Відсутні	A ₃₈	Відсутні	+1	+38
+39	Відсутні	Відсутні	A ₃₉	Відсутні	+1	+39
+40	Відсутні	Відсутні	A ₄₀	Відсутні	+1	+40
+41	Відсутні	Відсутні	A ₄₁	Відсутні	+1	+41
+42	Відсутні	Відсутні	A ₄₂	Відсутні	+1	+42
+43	Відсутні	Відсутні	A ₄₃	Відсутні	+1	+43
+44	Відсутні	Відсутні	A ₄₄	Відсутні	+1	+44
+45	Відсутні	Відсутні	A ₄₅	Відсутні	+1	+45
+46	Відсутні	Відсутні	A ₄₆	Відсутні	+1	+46
+47	Відсутні	Відсутні	A ₄₇	Відсутні	+1	+47
+48	Відсутні	Відсутні	A ₄₈	Відсутні	+1	+48
+49	Відсутні	Відсутні	A ₄₉	Відсутні	+1	+49
+50	Відсутні	Відсутні	A ₅₀	Відсутні	+1	+50
+51	Відсутні	Відсутні	A ₅₁	Відсутні	+1	+51
+52	Відсутні	Відсутні	A ₅₂	Відсутні	+1	+52
+53	Відсутні	Відсутні	A ₅₃	Відсутні	+1	+53
+54	Відсутні	Відсутні	A ₅₄	Відсутні	+1	+54
+55	Відсутні	Відсутні	A ₅₅	Відсутні	+1	+55
+56	Відсутні	Відсутні	A ₅₆	Відсутні	+1	+56
+57	Відсутні	Відсутні	A ₅₇	Відсутні	+1	+57
+58	Відсутні	Відсутні	A ₅₈	Відсутні	+1	+58
+59	Відсутні	Відсутні	A ₅₉	Відсутні	+1	+59
+60	Відсутні	Відсутні	A ₆₀	Відсутні	+1	+60
+61	Відсутні	Відсутні	A ₆₁	Відсутні	+1	+61
+62	Відсутні	Відсутні	A ₆₂	Відсутні	+1	+62
+63	Відсутні	Відсутні	A ₆₃	Відсутні	+1	+63
+64	Відсутні	Відсутні	A ₆₄	Відсутні	+1	+64
+65	Відсутні	Відсутні	A ₆₅	Відсутні	+1	+65
+66	Відсутні	Відсутні	A ₆₆	Відсутні	+1	+66
+67	Відсутні	Відсутні	A ₆₇	Відсутні	+1	+67
+68	Відсутні	Відсутні	A ₆₈	Відсутні	+1	+68
+69	Відсутні	Відсутні	A ₆₉	Відсутні	+1	+69
+70	Відсутні	Відсутні	A ₇₀	Відсутні	+1	+70
+71	Відсутні	Відсутні	A ₇₁	Відсутні	+1	+71
+72	Відсутні	Відсутні	A ₇₂	Відсутні	+1	+72
+73	Відсутні	Відсутні	A ₇₃	Відсутні	+1	+73
+74	Відсутні	Відсутні	A ₇₄	Відсутні	+1	+74
+75	Відсутні	Відсутні	A ₇₅	Відсутні	+1	+75
+76	Відсутні	Відсутні	A ₇₆	Відсутні	+1	+76
+77	Відсутні	Відсутні	A ₇₇	Відсутні	+1	+77
+78	Відсутні	Відсутні	A ₇₈	Відсутні	+1	+78
+79	Відсутні	Відсутні	A ₇₉	Відсутні	+1	+79
+80	Відсутні	Відсутні	A ₈₀	Відсутні	+1	+80
+81	Відсутні	Відсутні	A ₈₁	Відсутні	+1	+81
+82	Відсутні	Відсутні	A ₈₂	Відсутні	+1	+82
+83	Відсутні	Відсутні	A ₈₃	Відсутні	+1	+83
+84	Відсутні	Відсутні	A ₈₄	Відсутні	+1	+84
+85	Відсутні	Відсутні	A ₈₅	Відсутні	+1	+85
+86	Відсутні	Відсутні	A ₈₆	Відсутні	+1	+86
+87	Відсутні	Відсутні	A ₈₇	Відсутні	+1	+87
+88	Відсутні	Відсутні	A ₈₈	Відсутні	+1	+88
+89	Відсутні	Відсутні	A ₈₉	Відсутні	+1	+89
+90	Відсутні	Відсутні	A ₉₀	Відсутні	+1	+90
+91	Відсутні	Відсутні	A ₉₁	Відсутні	+1	+91
+92	Відсутні	Відсутні	A ₉₂	Відсутні	+1	+92
+93	Відсутні	Відсутні	A ₉₃	Відсутні	+1	+93
+94	Відсутні	Відсутні	A ₉₄	Відсутні	+1	+94
+95	Відсутні	Відсутні	A ₉₅	Відсутні	+1	+95
+96	Відсутні	Відсутні	A ₉₆	Відсутні	+1	+96
+97	Відсутні	Відсутні	A ₉₇	Відсутні	+1	+97
+98	Відсутні	Відсутні	A ₉₈	Відсутні	+1	+98
+99	Відсутні	Відсутні	A ₉₉	Відсутні	+1	+99
+100	Відсутні	Відсутні	A ₁₀₀	Відсутні	+1	+100

Крок 2.

Визначення рівня індексу навантаження м'язів шиї, тулуба і ніг (A) в балах (табл. 1)
Матриця визначення рівня індексу навантаження м'язів шиї, тулуба і ніг (A) в балах

Рівень навантаження	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7
6	6	7	8
7	7	8	9
8	8	9	10
9	9	10	11
10	10	11	12
11	11	12	13
12	12	13	14
13	13	14	15
14	14	15	16
15	15	16	17
16	16	17	18
17	17	18	19
18	18	19	20
19	19	20	21
20	20	21	22
21	21	22	23
22	22	23	24
23	23	24	25
24	24	25	26
25	25	26	27
26	26	27	28
27	27	28	29
28	28	29	30
29	29	30	31
30	30	31	32
31	31	32	33
32	32	33	34
33	33	34	35
34	34	35	36
35	35	36	37
36	36	37	38
37	37	38	39
38	38	39	40
39	39	40	41
40	40	41	42
41	41	42	43
42	42	43	44
43	43	44	45
44	44	45	46
45	45	46	47
46	46	47	48
47	47	48	49
48	48	49	50
49	49	50	51
50	50	51	52
51	51	52	53
52	52	53	54
53	53	54	55
54	54	55	56
55	55	56	57
56	56	57	58
57	57	58	59
58	58	59	60
59	59	60	61
60	60	61	62
61	61	62	63
62	62	63	64
63	63	64	65
64	64	65	66
65	65	66	67
66	66	67	68
67	67	68	69
68	68	69	70
69	69	70	71
70	70	71	72
71	71	72	73
72	72	73	74
73	73	74	75
74	74	75	76
75	75	76	77
76	76	77	78
77	77	78	79
78	78	79	80
79	79	80	81
80	80	81	82
81	81	82	83
82	82	83	84
83	83	84	85
84	84	85	86
85	85	86	87
86	86	87	88
87	87	88	89
88	88	89	90
89	89	90	91
90	90	91	92
91	91	92	93
92	92	93	94
93	93	94	95
94	94	95	96
95	95	96	97
96	96	97	98
97	97	98	99
98	98	99	100

Крок 3.

Визначення рівня індексу навантаження м'язів шиї, тулуба і ніг (A) з урахуванням маси, обладнання, яке задіяне в технологічному процесі - C

Визначення рівня індексу навантаження м'язів шиї, тулуба і ніг (A) з урахуванням маси, обладнання, яке задіяне в технологічному процесі (C): A + C

№ з/п	Рівень навантаження	Швидке навантаження	Позначення	Рівень комбінованого навантаження м'язів шиї, тулуба і ніг з урахуванням навантаження - C
1.	< 5 кг	Відсутні	+0	C ₁
2.	від 5 до 10 кг	Відсутні	+1	C ₂
3.	> 10 кг	Відсутні	+2	C ₃

Рис. 2. Вигляд чеклиста для визначення рівня комбінованого навантаження м'язів (фрагмент)

Крок 4.

Ідентифікація рухів м'язів плеча – B₁, нижньої частини руки B₂, м'язів зап'ястя руки B₃

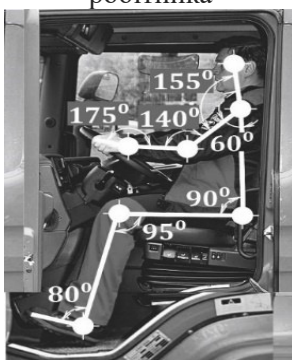
Ідентифікація рухів м'язів плеча	Винищення	Ідентифікація додаткових рухів і визначення в балах	Додаткові бали	Підсумковий бал
+1	20°-20° 	Відсутні	+0	+1
+2	20° 	Відсутні	+1	+2
+2	20°-45° 	Відсутні	+1	+3
+3	45°-90° 	Відсутні	+1	+4
+4	90°+ 	Відсутні	+1	+5
		Відсутні	+1	+6
		Відсутні	+1	+7
		Відсутні	+1	+8
		Відсутні	+1	+9
		Відсутні	+1	+10
		Відсутні	+1	+11
		Відсутні	+1	+12
		Відсутні	+1	+13
		Відсутні	+1	+14
		Відсутні	+1	+15
		Відсутні	+1	+16
		Відсутні	+1	+17
		Відсутні	+1	+18
		Відсутні	+1	+19
		Відсутні	+1	+20
		Відсутні	+1	+21
		Відсутні	+1	+22
		Відсутні	+1	+23
		Відсутні	+1	+24
		Відсутні	+1	+25
		Відсутні	+1	+26
		Відсутні	+1	+27
		Відсутні	+1	+28
		Відсутні	+1	+29
		Відсутні	+1	+30
		Відсутні	+1	+31
		Відсутні	+1	+32
		Відсутні	+1	+33
		Відсутні	+1	+34
		Відсутні	+1	+35
		Відсутні	+1	+36
		Відсутні	+1	+37
		Відсутні	+1	+38
		Відсутні	+1	+39
		Відсутні	+1	+40
		Відсутні	+1	+41
		Відсутні	+1	+42
		Відсутні	+1	+43
		Відсутні	+1	+44
		Відсутні	+1	+45
		Відсутні	+1	+46
		Відсутні	+1	+47
		Відсутні	+1	+48
		Відсутні	+1	+49
		Відсутні	+1	+50
		Відсутні	+1	+51
		Відсутні	+1	+52
		Відсутні	+1	+53
		Відсутні	+1	+54
		Відсутні	+1	+55
		Відсутні	+1	+56
		Відсутні	+1	+57
		Відсутні	+1	+58
		Відсутні	+1	+59
		Відсутні	+1	+60
		Відсутні	+1	+61
		Відсутні	+1	+62
		Відсутні	+1	+63
		Відсутні	+1	+64
		Відсутні	+1	+65
		Відсутні	+1	+66
		Відсутні	+1	+67
		Відсутні	+1	+68
		Відсутні	+1	+69
		Відсутні	+1	+70
		Відсутні	+1	+71
		Відсутні	+1	+72
		Відсутні	+1	+73
		Відсутні	+1	+74
		Відсутні	+1	+75
		Відсутні	+1	+76
		Відсутні	+1	+77
		Відсутні	+1	+78
		Відсутні	+1	+79
		Відсутні	+1	+80
		Відсутні	+1	+81
		Відсутні	+1	+82
		Відсутні	+1	+83
		Відсутні	+1	+84
		Відсутні	+1	+85
		Відсутні	+1	+86
		Відсутні	+1	+87
		Відсутні	+1	+88
		Відсутні	+1	+89
		Відсутні	+1	+90
		Відсутні	+1	+91
		Відсутні	+1	+92
		Відсутні	+1	+93
		Відсутні	+1	+94
		Відсутні	+1	+95
		Відсутні	+1	+96
		Відсутні	+1	+97
		Відсутні	+1	+98
		Відсутні	+1	+99
		Відсутні	+1	+100

При цьому для подальшого аналізу залишали тільки з найбільшим індексом навантаження. На рис. 2 зображено чек лист для ідентифікація рухів м'язів шиї, м'язів тулубу і ніг працівника.

Проведемо оцінку ЕР водіїв вантажних автомобілів, які здійснюють декілька рейсів з поверненням у відправну точку через певний проміжок часу (через місяць). Будемо рахувати, що дев'яносто відсотків часу транспортної роботи, водії зайняті управлінням автомобіля, сім відсотків – на передрейсовий огляд і три відсотки – на поточний не значний ремонт (наприклад заміна колеса в дорозі). Зібравши, попередньо, всі необхідні дані проводимо розрахунок індексу навантаження, що представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Приклад оцінки індексу навантаження водія вантажного автомобіля

№ з/п	Небезпека	Небезпечна подія	Наслідки	Небезпечні чинники навантаження м'язів робітника		Позначення	Бали				
21.	Перевантаження м'язів	Захворювання ОРА	Втрата працездатності								
				Ідентифікація рухів м'язів шиї, м'язів тулубу і ніг							
				Рухи	A ₁ Ідентифікація рухів тулубу					A ₂₃	2
					A ₂ Ідентифікація рухів ніг					A ₃₃	2
					A ₃ Ідентифікація рухів м'язів шиї					A ₁₁	1
					A показник завантаження					3	
				Визначення рівня навантаження на м'язи шиї, тулуба і ніг з урахуванням маси обладнання, яке задіяне в технологічному процесі					A+C	5	
				Ідентифікація рухів м'язів плеча, передпліччя зап'ястя руки							
				Рухи	B ₁ плече					B ₁₅	5
					B ₂ нижня частина руки					B ₂₁	2
					B ₃ зап'ястя руки					B ₃₁	1
					B показник завантаження					7	
				Визначення рівня навантаження на м'язи плеча, передпліччя зап'ястя руки з урахуванням зчеплення руки з обладнанням					B+D	7	
				Визначення рівня індексу навантаження					H ₁	8	
Визначення показника тривалості і активності навантаження					H ₂	2					
Визначення загального індексу навантаження					И	10					

В результаті проведеного дослідження було встановлено індекс навантаження, який характеризує роботу водіїв вантажних автомобілів. При цьому, величина ЕР, яку визначили з урахуванням стажу роботи показала, що найбільш небезпечною для розвитку професійних захворювань ОРА являється заміна колеса, яка характеризується незручністю робочої пози та значним навантаженням, тоді як управління автомобілем – отримало порівняно високі бали – через значну тривалість і активність виконання транспортної роботи. Технічне обслуговування автомобіля має не високий індекс навантаження через не значну тривалість роботи.

Таким чином в підсумку можна зазначити наступне, що:

1. Запропоновано оцінку ЕР визначати як добуток індексу навантаження водія та стажу роботи на основі виробничих рухів.

2. Запропоновано матрицю ергономічного ризику, виходячи із бальної оцінки індексу навантаження водія та стажу роботи.
3. Розроблено чек-лист для визначення індексу навантаження водіїв з урахуванням їх робочої пози та активності рухів, навантаження.
4. Наведено приклад з оцінки індексу навантаження водія вантажного автомобіля.

1. Oturakç M., Dağsuyu C., Kokangül A. (2015). New Approach to Fine Kinney Method and an Implementation Study. *Alphanumeric Journal*. 2015. Vol. 3(2). Pp. 83–92. URL: <https://www.alphanumericjournal.com/media/Issue/volume-3-issue-2-2015/a-new-approach-to-fine-kinney-method-and-an-implementation-study.pdf>. (дата звернення: 15.10.2023).

2. Tsopa V. A., Cheberiachko S. I., Yavorska O. O., Deryugin O. V., Aleksieiev A. A. Improvement of the safe work system. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2022. № 6. Pp. 104–111. URL: <https://orcid.org/10.33271/nvngu/2022-6/104>. (дата звернення: 15.10.2023).

3. Mohammadfam I., Kamalinia M., Momeni M., Golmohammadi R., Hamidi Y., Soltanian A. Evaluation of the Quality of Occupational Health and Safety Management Systems Based on Key Performance Indicators in Certified Organizations. *Safety and Health at Work*. 2017. Vol. 8(2). Pp. 156–161. URL: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2016.09.001>. (дата звернення: 15.10.2023).

4. Tsopa V., Cheberiachko S., Yavorska O., Deryugin O., Bas I. Increasing the safety of the transport process by minimizing the professional risk of a dump truck driver. *Mining of mineral deposits*. 2022. Vol. 16(3). Pp. 101–108. URL: <https://orcid.org/10.33271/mining16.03.101>. (дата звернення: 15.10.2023).

5. Kee D., Na S., Chung M. Comparison of the Ovako Working Posture Analysis System, Rapid Upper Limb Assessment, and Rapid Entire Body Assessment based on the maximum holding times. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2020. Vol. 77. Pp. 102943. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102943>. (дата звернення: 15.10.2023).

6. Цопа В. А., Голінько В. І., Чеберячко Ю. І., Дерюгін О. В., Архірей М. М. Використання матриці Хеддона для оцінки ризику дорожньо-транспортної пригоди. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2022. Vol. 2(19). Pp. 221–233. URL: <https://doi.org/10.36910/automash.v2i19.921>. (дата звернення: 15.10.2023).

7. Gómez-Galán M., Pérez-Alonso J., Callejón-Ferre Á. J., López-Martínez J. Musculoskeletal disorders: OWAS review. *Industrial health*. 2017. Vol. 55(4). Pp. 314–337. URL: <https://doi.org/10.2486/indhealth.2016-0191>. (дата звернення: 15.10.2023).

STRUCTURIZATION OF SMART TECHNOLOGY FOR TESTING OF WHEEL TRANSPORT VEHICLES

СТРУКТУРИЗАЦІЯ SMART ТЕХНОЛОГІЙ ВИПРОБУВАННЯ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Ivan Rogovskii

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
St. Heroiv Oborony, 15, Kyiv, 03041*

Smart car testing technologies use a range of sensors, cameras, radar, lidar and other technology to scan the environment and detect objects such as pedestrians, cars and cyclists. They also use advanced algorithms and analytical systems to process this information, predict the movement of other road users and choose the safest and most efficient road strategy (Figure).

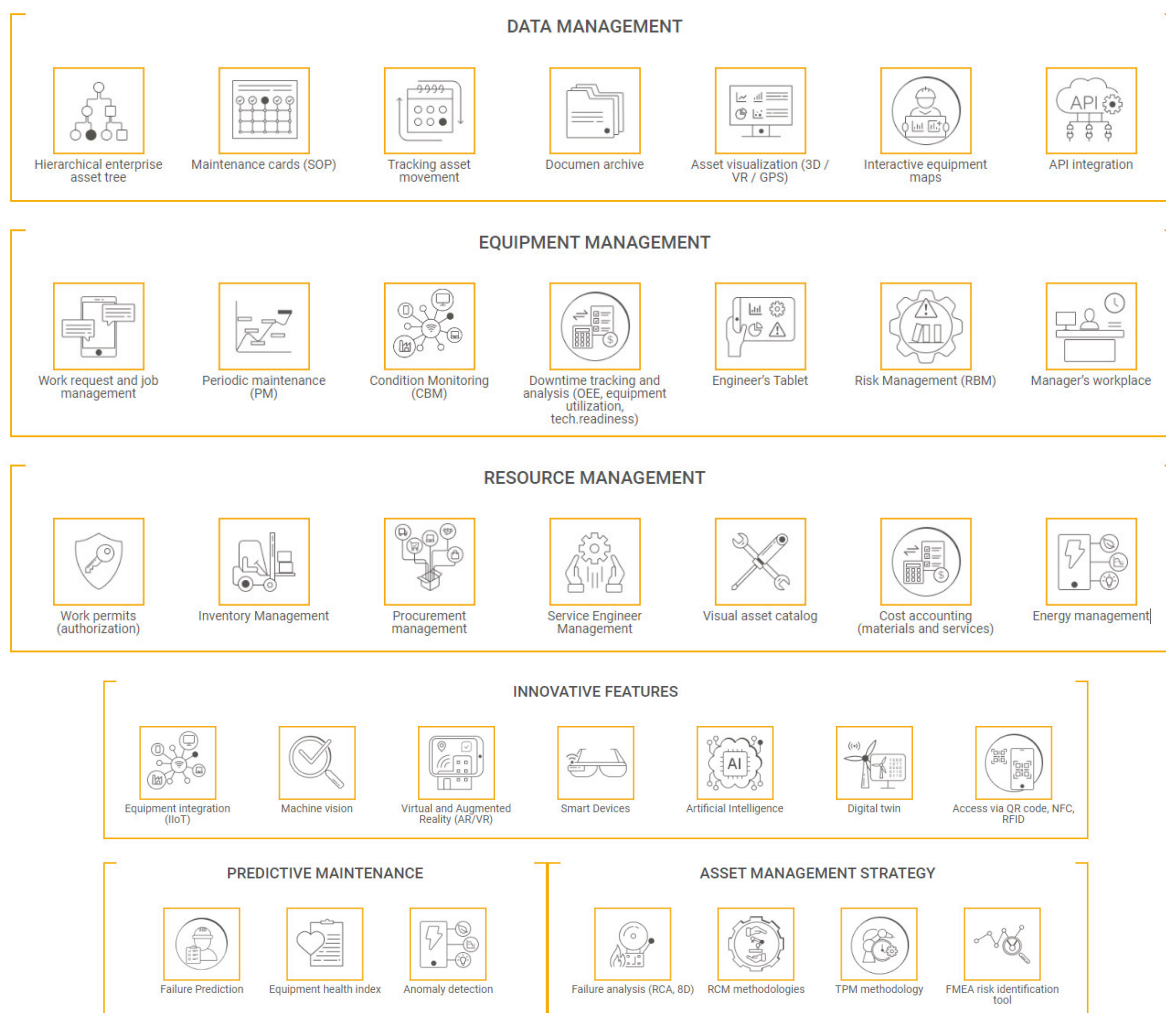


Figure. General structure of Smart technologies for testing wheeled vehicles

Even the most experienced drivers enjoy using special gadgets and technologies to make driving easier and more enjoyable. Recently, all the technology around us is becoming more and more intelligent, and cars are no exception. The basic principles of using smart technologies in cars were

presented and tested, in particular, by Daimler – owner of the Mercedes Benz, Mercedes AMG and Mercedes Maybach brands.

The history of these developments dates back to the early 70s of the 20th century, and since then, various car companies have constantly introduced new smart technologies and improved existing ones. Innovative technologies improve the quality of our trips and make cars more economical, as well as more durable in difficult operating conditions. Not only that, these technologies also help us navigate when traveling through unfamiliar places and roads.

Some of these technologies make driving more comfortable and optimize the ride for passengers. And in the area of image, some of the smart car technologies, as you'll soon see, also allow car owners to emphasize their style and express their taste.

The editors of Mediasat turned to specialists from Rental, a company specializing in daily car rental in Kyiv, with a request to share with Mediasat readers innovative technologies that will make driving a real pleasure. Self-driving cars are autonomous vehicles that can move between two points completely independently, without the participation of a driver or operator.

These vehicles are equipped with radar sensors, cameras and controlled by artificial intelligence (AI), which allows them to determine the condition of the road and effectively move along it in the right direction. All a traveler has to do for such a trip is to mark the desired destination on the interactive control panel. The car's artificial intelligence then calculates the ideal route to your destination. The vehicle's Lidar (light detection and ranging) sensors create a 3D map based on the vehicle's location. The car's artificial intelligence quickly locates the necessary landmarks using Google maps. While driving, the vehicle's radar sensors located on the front and rear bumpers help the vehicle accurately calculate the distance to obstacles. After which the artificial intelligence system makes a decision about braking or avoiding the obstacle. Different self-driving cars have different levels of autonomy. They allow travelers to solve various problems during their commute to work, without the hassle of hiring a driver. They also provide the best driving experience.

Electric vehicles appear to be the best solution to most of the problems created by the use of internal combustion engines. In particular, problems such as carbon dioxide emissions and noise. An electric car is a vehicle powered by an electric motor(s) that is powered by batteries. Among the automobile brands that have joined the development and production of electric vehicles are Mazda, Porsche, Mercedes, Nissan and Tesla, which has become the founder and leader of this race. By the way, the Rental company on its website rental.ua offers various cars for rent, including electric cars. There are two types of electric vehicles: All-Electric Vehicles (AEV) and Plug-in Hybrid Powered Electric Vehicles (PHEV). Most AEV models are capable of covering a distance of 50–70 km on a single electric charge, while some higher-end electric vehicles can cover longer distances – up to 155 km. At the same time, PHEV-type electric vehicles operate in hybrid mode - on an electric motor and an internal combustion engine.

For the first 5–25 km of the trip, such an electric car uses an electric motor, and then switches to an internal combustion engine. The biggest benefit of electric vehicles is that they reduce carbon dioxide emissions into the atmosphere. In particular, the use of AEVs reduces emissions.

1. Hrynkiv A., Rogovskii I., Aulin V., Lysenko S., Titova L., Zagurskiy O., Kolosok I. Development of a system for determining the informativeness of the diagnosing parameters of the cylinder-piston group of the diesel engines in operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 3 (5(105)). P. 19–29. doi:10.15587/1729-4061.2020.206073.

2. Rogovskii I. L., Titova L. L., Voinash S. A., Sokolova V. A., Tarandin G. S., Polyanskaya O. A. Modeling the weight of criteria for determining the technical level of agricultural machines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 677. P. 022100. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022100>. (дата звернення: 15.10.2023).

3. Voinalovych O., Hnatiuk O., Rogovskii I., Pokutnii O. Probability of traumatic situations in mechanized processes in agriculture using mathematical apparatus of Markov chain method. *Engineering for Rural Development*. 2019. Vol. 18. P. 563–269. doi:10.22616/ERDev2019.18. N245.

МОДЕЛЮВАННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ПРАВИЛАМ ЄЕК ООН № 66 КАРКАСУ КУЗОВА МІСЬКОГО АВТОБУСА

Костянтин Голенко, Олексій Ковтун, Артем Старий

*Хмельницький національний університет,
вул. Інститутська 11, м. Хмельницький, 29016*

Для розуміння зони застосування Правил ЄЕК ООН № 66 слід звернутися до регламенту: нормативні вимоги поширюються на всі моделі одноповерхових транспортних засобів, пристосованих для перевезення 16 і більше пасажирів (витримка з правил), і потребують перевірки збереження залишкового простору салону (об'єму безпеки) при бічному перекиданні одним із дозволених регуляторно методів: натурними випробуваннями або ж розрахунковою імітацією. Очевидно, аналітичні розрахунки мають основну перевагу перед реальним краш-тестом – величезну економію відносно вартості реального зруйнованого кузова, частка котрого складає 40–50% від всього автобуса. Особливо критично руйнування кузова вдаряє по бюджету виробника у зв'язку з тим, що випробуванням піддаються в першу чергу прототипи, виготовлення котрих є штучним, а тому виявляється значно дорожчим за серійні машини.

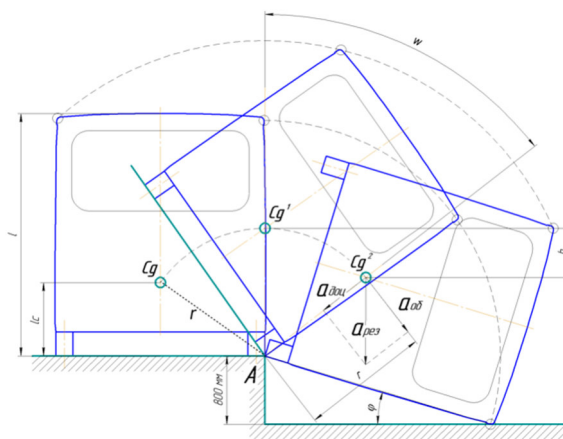
Для формування крайових умов моделі Ansys запишемо умови, тотожні натурному перекиданню об'єкта досліджень – моделі міського автобуса ТАТА 079 (рис. 1, а). Застосуємо закон збереження енергії обертального руху автобуса при перекиданні:

$$T_1 - T_0 = \sum A_G = G \cdot h = M_c \cdot g \cdot (Cg^1 - Cg^2), \quad (1)$$

де h – є зміна висоти центру мас Cg при проходженні траєкторії з точки Cg^1 до Cg^2 (рис. 1, б).



а)



б)

Рис. 1. Схема перекидання автобуса ТАТА 079 за Правилами ЄЕК ООН № 66: а) фрагмент процесу натурних випробувань; б) зміна висоти центру мас Cg

Знаючи габарити автобуса та масово-центрові характеристики його вузлів й агрегатів з точним позиціонуванням на базі конструкторської документації, визначаємо положення центру мас (т. Cg). Висота перепаду поверхонь згідно чинних Правил ЄЕК ООН складає порядку 800 мм, що дозволяє нам геометричним способом визначити значення величини $h = 0,51$ м (перепад по висоті центру мас між точками Cg^1 та Cg^2). Наступним кроком застосуємо Ansys Rigid Dynamics для моделювання перекидання точкового тіла з висоти h , що обертається по радіусу r (згідно з схемою на рис. 1, б), та заміряємо час руху – значення складає 2.4 с. Таким чином, маючи дані про розподіл мас по довжині автобуса (загальна маса складає $M_c = 5540$ кг)

від відповідних вузлів і агрегатів, а також час перекидання (а значить, пришвидшення в момент його дотику з ударною поверхнею), можемо закласти крайові умови у розрахункову модель Ansys Explicit Dynamics (рис. 2, а).

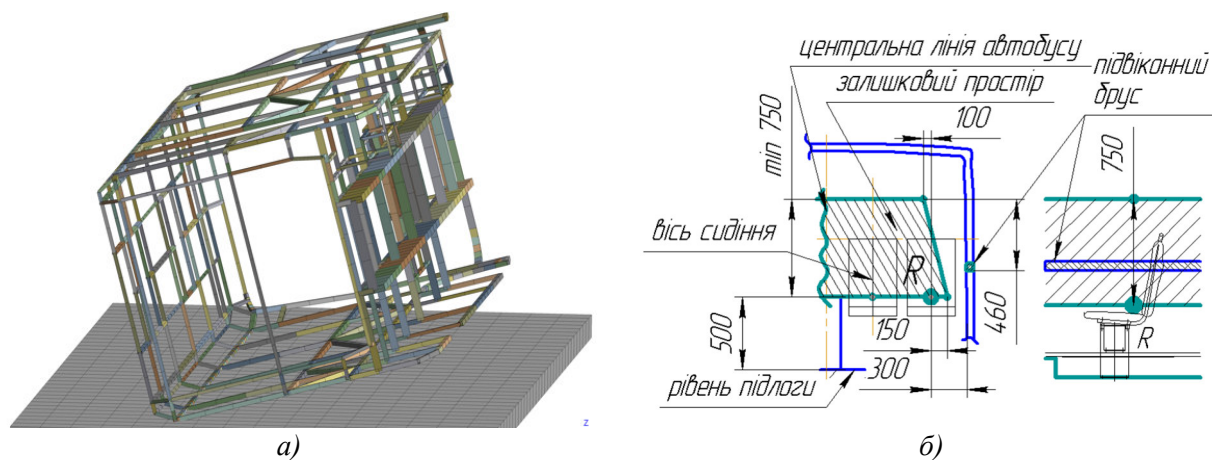


Рис. 2. Формування крайових умов:
а) МКЕ-сітка перед ударом; б) схема визначення залишкового простору салону

Як бачимо, максимальне значення деформації склало 572.29 мм, що легко простежується по різниці zdeформованого і початкового (сірий колір ферми на рис.3) стану каркасу кузова автобуса. Очевидно, що такі деформації могли утворитися виключно при перевищенні межі текучості матеріалу виготовлення кузова (Сталь 20). Чи є великим отримане значення? Для відповіді на це питання слід звернутися до регламентного визначення об'єму залишкового простору салону (рис. 2, б) та порівняти отримані дані з результатами деформації кузова (рис. 3) у контрольних точках.

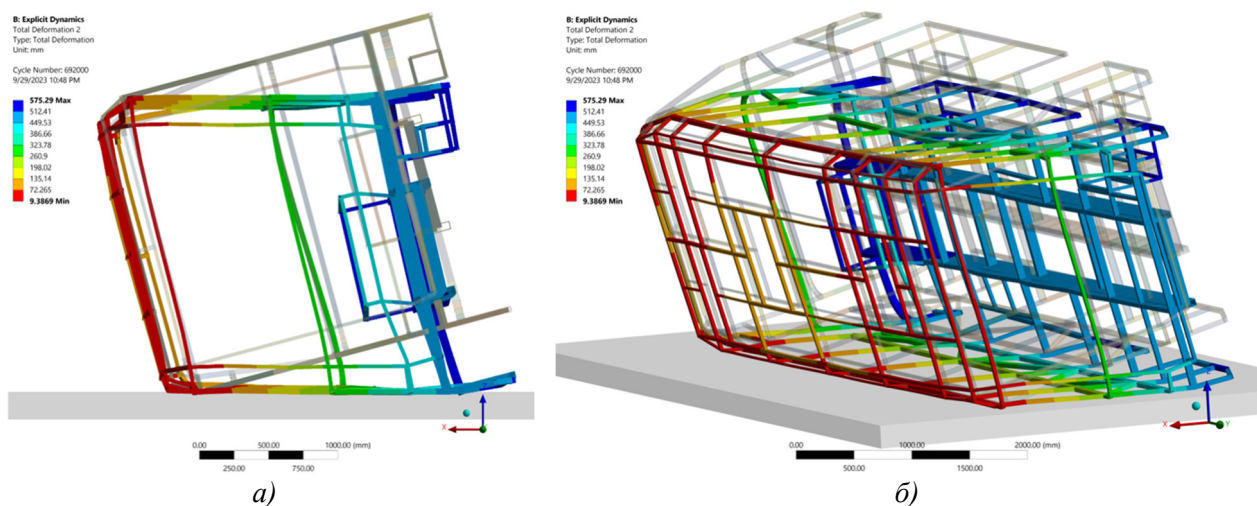


Рис. 3. Карта деформації каркаса кузова з порівнянням відносно початкового нездеформованого стану: а) фронтальний вид; б) скат даху

Найбільшу небезпеку викликає рівень верхньої основи трапеції (на висоті 750 мм відносно т. R на рис. 2, б), що знаходиться на висоті голови типового манекена. Водночас цей же рівень знаходить на висоті 460 мм від підвіконного бруса боковини автобуса – саме тут ми і маємо заміряти деформації кузова. Базуючись на конструкторській документації автобуса ТАТА 079, визначаємо, що величина максимальної допустимої деформації на рівні голови складає 350 мм, інакше міжвіконні стійки зайдуть у зону залишкового простору, спричинивши критичні травми пасажиром. За результатами натурних випробувань нейтральна стосовно свого розташування у структурі лівої (ударної) боковини автобуса стійка № 2 продемонструвала фактичну динамічну деформацію 135 мм, а розрахункова, отримана в Ansys

Explicit Dynamics (рис. 3) – 136.5 мм, що знаходиться в межах 1% похибки. Для справедливості слід, зазначити, що збіжність результатів по інших стійках була нижчою, проте не перевищувала 5–7%. Причини розбіжностей по кожній стійці є індивідуальними, наприклад, ковзання автобуса по ударній поверхні у зв'язку з креном підвіски в результаті її різної жорсткості на передній та задній осях – це призвело до перекошування кузова та неоднорідності сприйняття удару каскадом даху тощо.

Таким чином, представлені в наших дослідженнях результати (розбіжність деформацій по ключових стійках в межах 1–7%) дозволяють оптимістично оцінювати майбутнє подібних запропонованих методик МКЕ-імітації натурних випробувань на відповідність Правилам ЄЕК ООН № 66.

1. Gepner Bronislaw, Bojanowski Cezary, Kwasniewski L., Wekezer Jerry. Effectiveness of ECE R66 and FMVSS 220 standards in rollover crashworthiness assessment of paratransit buses. *International Journal of Automotive Technology*. 2014. № 15. P. 581–591. DOI: 10.1007/s12239-014-0061-3.

2. Lavayen Daniel, Butenegro José, Boada María, Martínez Casanova Miguel, Rodriguez-Hernandez, Jorge. Theoretical and experimental study of the bending collapse of partially reinforced CFRP-Steel square tubes. *Thin-Walled Structures*. 2022. Vol. 177. P. 109457. DOI: 10.1016/j.tws.2022.109457.

3. Holenko K., Dykha, A. Kałaczyński, T. Matiukh S., Horbai O. (2023). Simulation of the TATA 079 suburban bus rollover tests in accordance with UN/ECE Regulation No. 66. *MATEC Web of Conferences* 375. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/202337502003>.

4. Kunakorn-ong Pathawee, Jongpradist Pattaramon. Optimisation of Bus Superstructure for Rollover Safety According to ECE-R66. *International Journal of Automotive Technology*. 2020. № 21. Pp. 215–225. DOI: 10.1007/s12239-020-0021-z.

5. Schwartz Wolfgang, Kvocic Ch, Lesti Klaus, Schott Klaus, Vaculin Ondrej. Simulations with LS-DYNA for Registration Approval of a Coach according to ECE R66 Regulation. *Conference: 22nd CAD-FEM Users' Meeting 2004*.

6. Nguyen Thanh-Tam, Nguyen Cong-Thanh, Nguyen Van-Sy, Ducnam Nguyen. (2022). Optimal Design for Body Structure of Coach Bus to Satisfy Rollover Collision Safety Based on ECE R66 Standard. *Proceedings of the International Conference on Advanced Mechanical Engineering, Automation, and Sustainable Development*. 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-99666-6_12.

7. Pham Hong, Le Van, Le Cao, Cuong Phi, Le Van. Optimal design research structure rollover safety universe coach follow standards European safety ECE R66. *Tập san Khoa học và kỹ thuật trường Đại học Bình Dương*. 2023. № 6. DOI: 10.56097/binhduonguniversityjournalofscienceandtechnology.v6i1.98.

8. Zhou Wei, Kuznecov Anton, Wu Christine, Telichev Igor. A comparative numerical study of motorcoach rollover resistance under ECE R66 and proposed NHTSA regulation conditions. *International Journal of Crashworthiness*. 2019. № 25. Pp. 1–16. DOI: 10.1080/13588265.2018.1544476.

9. Hashemi S., Walton A., Kayvantash K. Strength of SuperStructure UN-ECE R66 Rollover Approval of Coaches based on Thin-Walled Framework Structures. *International Journal of Vehicle Structures & Systems*. 2009. № 1. DOI: 10.4273/ijvss.1.4.19.

10. Zhang, Guo & Wang, Wei & Piao, Song & Dong, Xuan. The Study of Bus Superstructure Strength Based on ECE R66. *Advanced Materials Research*. 2012. Pp. 430–432. 1799–1804. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.430-432.1799.

11. Голенко К. Е., Горбай О. З., Крайник Л. В. Оцінка тотожності моделювання відповідності автобусів правилу № 66 ЄЕК ООН та експериментальних випробувань. *Вісник Нац. ун-ту «ХПІ»*: зб. наук. пр. *Автомобіле- та тракторобудування*. Харків: НТУ «ХПІ», 2010. № 1. С. 101–109.

УДК 656.13

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ СТАНЦІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Валерій Дембіцький, Михайло Миронюк

*Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43018*

Ефективна діяльність станції технічного обслуговування автомобілів безпосередньо залежить від кількості транспортних засобів, які обслуговуються на підприємстві. Ці дані є важливими як у випадку планування діяльності підприємства, так і у випадку технологічного розрахунку нового підприємства.

На сьогоднішній день, в умовах недостатності інформації щодо автомобільного парку, його складу, віку, технічного стану, а також в епоху стрімкого розвитку та вдосконалення власне транспортних засобів, досить складною проблемою є визначення кількості автомобілів, які обслуговуватимуться автосервісним підприємством. Фактично постає задача прогнозування кількості транспортних засобів, які з певною імовірністю звернуться на підприємство для отримання певних послуг.

У роботі [1] запропонована математична модель прогнозування попиту на послуги автосервісного підприємства, яка враховує: можливі зміни кількості автомобілів, що знаходяться в зоні активності СТО; середньорічний пробіг автомобілів; динаміку зміни середньорічного пробігу по періодах року; середні напрацювання на один автомобіле-заїзд на СТО; можливі зміни частки ринку; частку власників, які звертаються на СТО.

У роботі [2] авторами розглянуто процес побудови моделі попиту на послуги підприємства ТОВ «Актив Транс Преміум» з врахуванням сезонної декомпозиції. Багатофакторна динамічна модель з прямими і зворотними зв'язками між змінними запропонована авторами у роботі [3].

В роботі [4] проведено дослідження розроблено механізм післяпродажного обслуговування автомобілів, що складається в восьми підсистем, однією з яких є система зворотного прогнозування.

Методи визначення вихідних даних для розрахунку станцій технічного обслуговування наведені у роботі [5]. На рисунку 1 наведено методи розрахунку потужності автосервісного підприємства, згідно [5] та, відповідні вихідні дані для здійснення такого розрахунку. Вихідні дані, для технологічного розрахунку автосервісного підприємства можна розділити на дві групи:

- внутрішні дані, які визначаються виключно показниками підприємства: фонд робочого часу поста, тривалість перебування автомобіля на посту, кількість робочих днів в році, чисельність працюючих на посту, коефіцієнт використання робочого часу поста, коефіцієнт нерівномірності завантаження постів, фонд робочого часу працівника, тощо;

- зовнішні дані, які визначаються виключно замовниками: кількість автомобілів, витрати клієнтів на обслуговування, трудомісткість робіт автомобільного парку, тощо.

Окрім того, можна виділити ще одну групу вихідних даних, які з однієї сторони можуть бути внутрішніми, наприклад місце розташування підприємства, з іншої сторони зовнішніми, оскільки місце розташування підприємства буде визначати частку конкурентів та площу клієнтського радіуса.

На рисунку 1 не наведено методи визначення потужності станції технічного обслуговування автомобілів на основі бізнес-плану, оскільки такі методи враховують виключно терміни окупності інвестицій та фактично не враховують технічні та технологічні складові діяльності майбутнього підприємства.

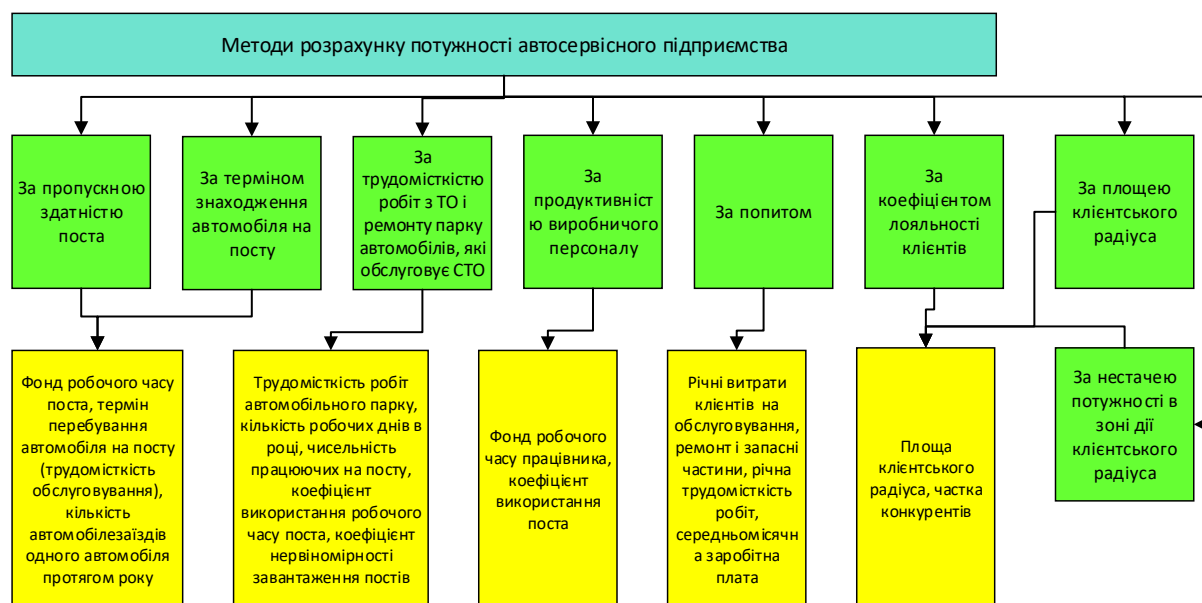


Рис. 1. Методи визначення вихідних даних для розрахунку станцій технічного обслуговування, згідно [5]

В реальності можливих два варіанта планування автосервісного підприємства:

1) коли відсутні обмеження, пов'язані з конкретними розмірами, площею та формою земельної ділянки. В даному випадку прив'язка здійснюється виключно до регіону функціонування підприємства. Це дає значно багато можливостей щодо формування структури підприємства, вибору видів виконуваних робіт, тощо. Негативним фактором є необхідність пошуку земельною ділянкою відповідних розмірів. В більшості випадків цей варіант застосовується під час розробки типових та навчальних проектів.

2) коли наявна земельна ділянка, визначених розмірів, площі та має конкретне місце розташування. В цьому випадку технологічний проект розробляється з врахуванням зазначених обмежень, особлива увага приділяється вибору видів виконуваних робіт. В цьому випадку розрахунки здійснюються виходячи з необхідності повного завантаження виробничих постів. Цей варіант є переважний під час розробки проектів незалежних станцій технічного обслуговування автомобілів, а також під час модернізації, реорганізації, реконструкції підприємств.

Виходячи з вищесказаного, в першому випадку, під час технологічного розрахунку, доцільніше застосовувати методи розрахунку потужності підприємства на основі попиту, ймовірної кількості автомобілів, площі клієнтського радіуса дії. В другому випадку, більш доцільним є здійснення розрахунків, виходячи з можливостей підприємства: фонду роботи постів, трудомісткостей робіт, фонду робочого часу працівника, тощо.

На рисунку 2 наведений загальний алгоритм технологічного розрахунку станції технічного обслуговування автомобілів. Відповідно за умови наявності обмежень у вигляді земельної ділянки, алгоритм набуває циклічності, до того моменту, доки не будуть задоволені обмеження.

Якщо наявна земельна ділянка, зокрема її площа та розміри, на якій планується розташувати автосервісне підприємство, то більш доцільним буде застосування методів визначення її потужності, виходячи із завантаження постів. Однак в цьому випадку також необхідно враховувати наявність конкурентів, імовірний попит на послуги, імовірну кількість автомобілів, які користуватимуться послугами. Також ці методи будуть ефективними у випадку їх застосування під час модернізації, реорганізації, реконструкції підприємства, за умови наявності достовірних статистичних даних стосовно функціонування виробничих постів.

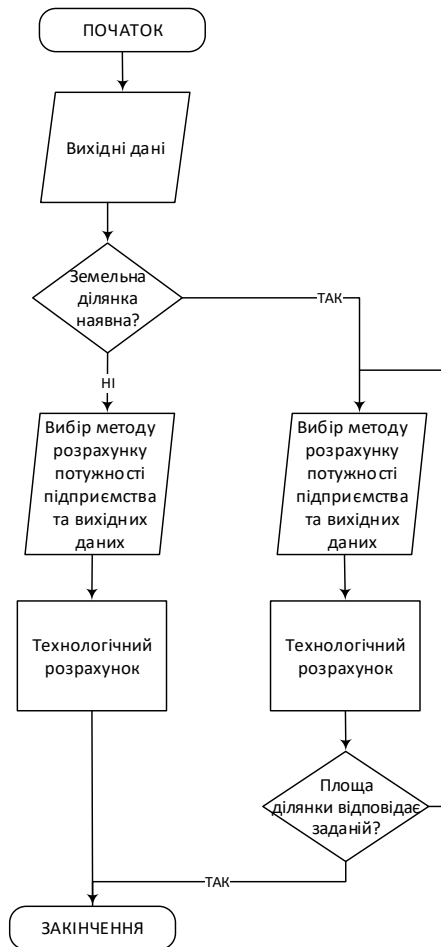


Рис. 2. Загальний алгоритм технологічного розрахунку станції технічного обслуговування автомобілів

Проведений аналіз методів визначення вихідних даних для розрахунку станцій технічного обслуговування автомобілів, визначено вихідні дані, необхідні для використання того чи іншого методу. Розглянуто вплив обмежень, у вигляді площі та розмірів земельної ділянки, на застосування того чи іншого методу. Наведено загальний алгоритм технологічного розрахунку станції технічного обслуговування автомобілів, з врахуванням зазначених обмежень. Подальші дослідження варто зосередити на порівнянні розглянутих методів визначення потужності автосервісного підприємства, а також на методах прогнозування кількості автомобілів, які користуватимуться послугами станції технічного обслуговування автомобілів.

1. Годованюк Петро. Математична модель прогнозування попиту на автосервісні послуги. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2021. Вип. 2 (17). С. 62–70.
2. Шаповалова О. О., Кімлик О. О. Моделювання попиту на послуги автосервісу. *Системи обробки інформації*. 2016. Вип. 7. С. 98–102. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2016_7_24 (дата звернення: 08.10.2023).
3. Субочев О. І., Субочева В. О. Формування процесу прогнозування попиту на автосервісні послуги. *Вісті Автомобільно-дорожнього інституту* : науково-виробничий зб. / АДІ ДонНТУ. Горлівка, 2007. № 2(5). С. 37–41.
4. S. Cannella, M. Bruccoleri, J. Framinan. Closed-loop supply chains: What reverse logistics factors influence performance?. *International Journal of Production Economics*. 2016. Vol. 175. P. 35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.01.012> (дата звернення: 08.10.2023).
5. Марков О. Д., Матейчик В. П., Волков В. П. Інжиніринг систем автосервісу : підручник. Харків : ХНАДУ, 2021. 508 с.

УДК 621.928.1

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ СЕПАРАТОРА З ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНОВИМ ФІЛЬТРУЮЧИМ ЕЛЕМЕНТОМ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ОЧИЩЕННЯ ТА ВИДАЛЕННЯ ВОДИ З ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

Олексій Калюжний, Валерій Платков

*Державний біотехнологічний університет (Україна, м. Харків)
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61000, Україна
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
вул. Іоанна Павла II, 17, м. Київ, 01042, Україна*

Надійність дизельних двигунів сільськогосподарської техніки насамперед визначається безвідмовністю паливної апаратури, близько 50% відмов якої виникають у наслідок забрудненості палива. Забруднення палива: вода, продукти корозії резервуарів і трубопроводів, механічні домішки та продукти окислення вуглеводів палива, що утворюють нерозчинні речовини. Найважливішою вимогою до чистоти палива є відсутність води. Вуглеводневе паливо гігроскопічне. Вода у вуглеводневих паливах знаходиться у вільному стані, у вигляді водопаливних емульсій та у розчиненому стані. Для підвищення надійності паливної апаратури необхідно в першу чергу видаляти емульсійну воду. Водопаливні емульсії утворюються дробленням вільної води на дрібні краплі при проходженні палива через насоси, а також при випаданні з палива розчиненої води при його охолодженні. Тому для зменшення зносу паливної апаратури, зниження витрати палива, підвищення стабільності роботи двигуна, необхідне якісне очищення палива [1].

В даний час існує ряд способів відокремлення вільної води від нафтопродуктів, заснованих на хімічних, фізичних та фізико-хімічних процесах. Широке поширення при зневодненні нафтопродуктів набули методи, що ґрунтуються на застосуванні пористих перегородок (фільтраційні методи). Застосування фільтрів-сепараторів для зневоднення нафтопродуктів має багато переваг у порівнянні з іншими методами: з нафтопродуктів можна одночасно видаляти вільну воду і тверді частинки забруднень, використовуючи при цьому тільки кінетичну енергію потоку продукту, що очищується, без застосування сторонніх джерел енергії.

Широко поширені фільтруючі елементи з органічних та неорганічних матеріалів волокнистої будови з різною гідрофобністю. Волокнисті матеріали, що фільтрують, мають ряд недоліків, основними з яких є: мала міцність, невисока хімічна стійкість, вимивання волокон, руйнування фільтроматеріалів в процесі фільтрації, труднощі регенерації.

Традиційними фільтруючими матеріалами у фільтрах тонкого очищення палива є: металеві сітки; фільтрувальний папір (картон); пориста кераміка та металокераміка.

Зіставлення фізико-хімічних властивостей пористих матеріалів на різній основі показало, що найменшою поверхневою енергією, що визначає змочуваність та адгезійну здатність матеріалу, має політетрафторетилен (ПТФЕ). Разом з цим, ПТФЕ, завдяки високій пластичності, дозволяє формувати контрольовану порову структуру, параметри якої можуть змінюватись у широких межах.

Розроблена технологія виготовлення фільтроелементів на основі ПТФЕ, яка реалізується таким чином [2]:

1. Підготовка пороутворювача. За пороутворювач використовувався NaCl, який після подрібнення в кульовому млині просіюють крізь сито. Час подрібнення пороутворювача і розмір комірок сита вибирають в залежності від необхідної дисперсності пороутворювача, що забезпечує виготовлення фільтроелементів із заданою тонкістю очистки.

2. **Підготовка порошкоподібного ПТФЕ.** Операція полягає в подрібненні ПТФЕ в стані поставки в стандартному змішувачі-подрібнювачі з частотою обертання 2000 об/хв протягом 1 хв.

4. **Змішування компонентів.** Компоненти суміші (ПТФЕ і пороутворювач), взяті в певному масовому співвідношенні залежно від дисперсності пороутворювача (70–80% масова частка пороутворювача в суміші), триразово протирали крізь сито з розміром комірок 500 мкм.

5. **Пресування заготовок фільтроелементів.** Заготовки фільтроелементів отримують шляхом двостороннього осевого компресійного пресування наважок композиційної суміші в пресформі з плаваючою матрицею при питомому тиску пресування 100–150 МПа [3].

6. **Спінання заготовок фільтроелементів.** Заготовки розміщують в електропіч, попередньо розігріту до температури 380° С з наступною витримкою при цій температурі протягом 1,5 год. Спечені заготовки охолоджуються разом з піччю.

7. **Видалення пороутворююча.** Охолоджену заготовку занурюють в ємність з водою, підігрітою до 60°С. Водорозчинний пороутворювач видаляється протягом 5–12 годин, в залежності від товщини фільтруючого матеріалу.

8. **Сушка готового фільтроелемента.** Готові фільтроелементи сушать в електричних шафах при температурі 110–150° С протягом 3–5 год.

Також з метою підвищення довговічності роботи паливної апаратури доцільно застосовувати фільтр-сепаратор, який безпосередньо встановлюється в систему подачі палива (після фільтрів тонкого очищення, перед паливним насосом) і практично повністю видаляє воду пропущену фільтром тонкого очищення. Нами була розроблена конструкція такого фільтра-сепаратора яка наведена на рисунку.

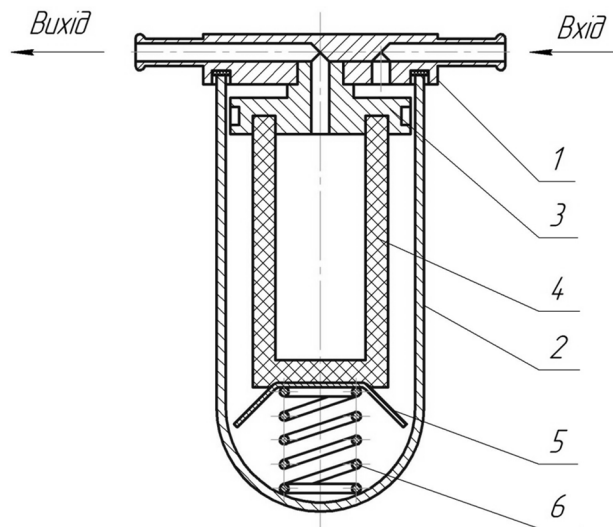


Рисунок. Схема фільтра-сепаратора

Підвищення ефективності очищення палива таким фільтром досягнуто не тільки вдосконаленням фільтроелементу, а й запровадженням гідродинамічного принципу попереднього очищення. Ефективність зневоднення дизельного палива визначалася оптикомікроскопічним методом [4].

Традиційно конструкції автотракторних паливних фільтрів забезпечують напрямок потоку палива нормально поверхні фільтруючого елемента. Така гідродинаміка потоку викликає перекриття порових каналів фільтроелементу великими частинками механічних забруднень, що підвищує гідравлічний опір системи, і тим самим знижує ресурс самого фільтроелементу. У пропонуваному фільтрі змінена гідродинаміка потоку палива. Потік спрямований тангенціально до поверхні фільтроелементу і циркулює в зазорі між зовнішньою поверхнею фільтроелементу і внутрішньою поверхнею корпусу фільтра. Така гідродинаміка

потокі забезпечує відцентрове очищення від частинок крупнодисперсних механічних домішок і рух інших домішкових частинок по дотичній до поверхні фільтроелементу. Це перешкоджає впровадженню частинок в поровий простір, а «динамічно гладка» поверхня фільтроелементу сприяє змиву частинок, що раніше осіли на його поверхні. Обидва фактори забезпечують суттєве збільшення ресурсу роботи фільтроелементу.

Фільтр включає корпус, що складається з кришки 1 і склянки 2. Підведення вихідного та відведення очищеного палива здійснюється крізь штуцери кришки 1 (напряму руху палива вказано стрілками). У кришку 1 впресовано напрямний апарат 3, в канавці якого встановлено фільтроелемент 4, виконаний у формі склянки. Зовнішній діаметр направляючого апарату близький (але трохи менше) до внутрішнього діаметра склянки 2. На бічній поверхні направляючого апарату виконані косі проточки прямокутного перерізу. Ці проточки розташовані під кутом приблизно 45° до вісі напрямного апарату. Проходження палива через проточки напрямного апарату формує циркуляційний потік. На торцевій поверхні направляючого апарату виконано кільцевий паз, призначений для встановлення та ущільнення фільтроелементу 4. Зовнішній діаметр паза на 1,5–2% менше зовнішнього діаметра фільтроелементу, а внутрішній діаметр паза на 1,5–2% більше внутрішнього діаметра фільтроелементу. Таким чином при установці фільтроелементу в паз частина стінки фільтроелементу, що входить з натягом в паз, пластично деформується за рахунок пластичного деформування стінок межпорових каналів, що забезпечує надійну герметизацію з'єднання фільтроелементу з направляючим апаратом. Фільтроелемент з боку днища через тарілку-відбивач 5 підтиснений пружиною 6, що перешкоджає можливій розгерметизації фільтроелементу при вібродинамічних навантаженнях фільтру. Відбивач встановлено з діаметральним зазором 2–3 мм відносно склянки 2. Об'єм між відбивачем та днищем склянки формує камеру відстійника. Таке конструктивне рішення камери відстійника перешкоджає виходу відстою у робочу зону фільтрації при значних коливаннях усієї конструкції загалом.

Для дизельних двигунів потужністю до 100 к.с. габаритні розміри фільтра в зборі: зовнішній діаметр склянки – 45 мм; висота – 110 мм.

Незважаючи на суттєву вартість ПТФЕ, що використовується як сировина при виробництві фільтроелементів, вартість очищення палива одним таким фільтроелементом при повному виробленні його ресурсу (з урахуванням багаторазової регенерації) в 2–3 рази нижче, ніж при використанні декількох фільтрів з паперовими фільтруючими елементами.

1. Y. Li, L. Cao, D. Hu, C. Yang. Uncommon wetting on a special coating and its relevance to coalescence separation of emulsified water from diesel fuel. *Sep. Purif. Tech.* 2017. Vol. 176. Pp. 313–322.

2. Kalyuzhny A. B., Karpova T. L., Kalyuzhny B. G., Platkov V. Ya. Structure and functional properties of high-porosity material based on Fluoroplast-4. *Functional Materials*. 1999. № 2. Pp. 25–30.

3. Калюжный А. Б., Платков В. Я., Калюжный Б. Г. Формирование давлением структуры и свойств пористых материалов на основе фторопласта-4. *Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка*. 2017. Вип. 183. С. 39–44.

4. Калюжный А. Б., Платков В. Я. Количественный анализ содержания воды в дизельном топливе. *Нефтегазовые технологии*. 2001. № 6. С. 11–12.

УДК 629.03

АВТОМОБІЛІ-ГІБРИДИ У КОНТЕКСТІ УКРАЇНСЬКОГО ЗАКОНОДАВСТВА

Володимир Кищун, Віталій Зубенко

*Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43018*

Екологічні вимоги, які впродовж десятиліть ставали все жорсткішими (від Євро-0 до Євро-7), та бажання зменшити залежність від нафтопродуктів для двигунів внутрішнього згоряння сприяли виходу на ринок низки нових типів автомобільних силових агрегатів, що пов'язують роботу двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) з електричними. З часом конструкція таких установок ускладнювалася і розділилася на кілька напрямів.

Сьогодні у побуті та професійному середовищі можна зустріти аббревіатури HEV, MHEV, PHEV та FHEV. Основна частина кожного такого поєднання – літери EV, що означають Electric Vehicle – «електричний транспортний засіб». Електромобіль EV приводиться в рух виключно електрикою. Він не має двигуна внутрішнього згоряння і потребує живлення від зовнішнього джерела електроенергії.

Гібрид Hybrid Electric Vehicle (HEV) використовує електроенергію як доповнення до основного, традиційного двигуна і являє собою проміжну ланку між транспортним засобом з ДВЗ та власне електричним. Ключова відмінність між електромобілем і гібридом полягає в тому, що, коли в електромобілі розряджається акумулятор, він знерухомлюється. Гібрид наділений двома джерелами енергії, тому на ньому можливе (за наявності пального в баку) продовження руху.

Головним завданням гібридних автомобілів стало зменшення витрати пального та рівня викидів вихлопних газів. На додачу з'явився шанс збільшити загальну потужність (плюс один чи два двигуни), реалізувати додаткові можливості тощо. Наразі сформувалося три основних типи таких автомобілів.

Гібриди MHEV (Mild Hybrid Electric Vehicle) або «м'які гібриди» ще часто називають «малими гібридами», оскільки така система передбачає порівняно незначне втручання у звичну конструкцію автомобіля з ДВЗ. Типові MHEV мають посилений стартер або стартер/генератор, які «допомагають» ДВЗ у момент початку руху, розгонах чи обгоні та невелику 48-вольтну додаткову батарею, що накопичує енергію, отриману від рекуперації під час гальмування. Окремі з них здатні долати на електротязі досить обмежену дистанцію (2–5 км), натомість головне завдання таких «самозарядних» систем полягає у зменшенні викидів шкідливих речовин коштом меншого навантаження ДВЗ.

М'які гібриди є найпростішим рішенням, тому вираш у плані економії пального та збереження довкілля менший, ніж у інших типів гібридів. Крім того автовиробники запевняють, що системи MHEV скорочують споживання пального на 5–10%. «Піонерами» з оснащення подібними системами стали дизельні автомобілі Peugeot і Citroen з технологією e-HDi та Volkswagen Golf 8 MHEV. Також «м'які гібриди» трапляються на японських моделях: Mazda CX-30, Suzuki Ignis, Toyota Yaris Cross, Nissan X-trail Mild Hybrid.

У повних гібридах FHEV (Full Hybrid Electric Vehicle) електромотор приводить в рух автомобіль і отримує енергію від акумулятора або двигуна внутрішнього згоряння. Вони оснащені достатньо потужним ДВЗ та самодостатнім електроприводом, які передають свою потужність на колеса по чергово або одночасно. Важлива ознака того, що автомобіль має повноцінну гібридну силову установку – це його можливість проїхати кілька кілометрів на одному лише електроприводі, що призводить до значного зниження як споживання палива, так і шкідливих викидів. Літера «F» у позначенні символізує слово «повний/повністю» та була додана з метою підкреслити, що йдеться про «справжній» гібрид. Як і в м'яких гібридах, щоб

поповнити енергію батареї, автомобіль заряджається самостійно.

Сьогодні це досить поширений в Україні гібридний автомобіль, про що свідчать результати продажів (у межах тисячі авто щомісячно). Зокрема у серпні 2023 року у двадцятку найбільш продаваних авто ввійшли Toyota RAV4 Hybrid, Toyota Camry Hybrid, Toyota Corolla Cross Hybrid, Nissan Qashqai Hybrid, Nissan X-Trail Hybrid та інші [1].

Гібриди PHEV (Plug-In Hybrid Electric Vehicle) – автомобілі з додатковим до ДВЗ електричним мотором (або моторами) та тяговою батареєю, яку можна заряджати від зовнішнього джерела струму. Головна перевага таких автомобілів (їх ще називають «підзарядні плагін-гібриди») зумовлена наявністю місткої батареї, що забезпечує можливість долати чималу відстань (зазвичай 50–80 км) виключно на електричній тязі, вмикаючи ДВЗ лише у разі тривалої подорожі.

В Україні представлено досить багато плагін-гібридів: Mitsubishi Outlander PHEV, BMW 530e, Volvo XC90 T8, Honda Clarity Plug-In, Mercedes-Benz GLE 350 de PHEV, Peugeot 3008 Plug-In Hybrid 300, Toyota RAV4 PHEV та інші. Вони дозволяють економити паливе, зменшувати шкідливі викиди, не турбуватися про підзарядку за містом, на трасах.

Повні та м'які гібриди наділені функцією самозарядки. Їх батареї заряджаються енергією, що виробляється в двигуні внутрішнього згоряння, вони не потребують підключення до електромережі. Плагін-гібрид також може заряджатися сам, але щоб використати ідею гібридної технології максимально, йому потрібен доступ до станції зарядки електромобілів чи побутової електророзетки.

Однак плагін-гібриди мають і взаємопов'язані недоліки. Складність конструкції дозволяє «подвоїти» експлуатаційні можливості, але за рахунок системи «ДВЗ плюс електродвигун», що, своєю чергою, призводить до зростання загальної вартості автомобіля.

У березні 2023 року Верховна Рада України ухвалила закон № 8172 спрямований на формування державної політики у сфері автомобільного електротранспорту. Закон отримав назву «Про деякі питання використання транспортних засобів, оснащених електричними двигунами, та внесення змін до деяких законів України щодо подолання паливної залежності і розвитку електрозарядної інфраструктури та електричних транспортних засобів». Автори законопроекту вважають, що нові правила знизять кількість шкідливих викидів в атмосферу, популяризують екологічно чистий транспорт, дадуть змогу розвивати мережу зарядних станцій та у такий спосіб дотримуватися угоди про асоціацію з ЄС.

Закон складається з п'яти статей, перша з яких стосується термінів електромобільності та їх значення. Всього наводиться 11-ть дефініцій, зокрема тих, що стосуються електричних транспортних засобів:

- автомобіль з водневим паливним елементом (коміркою) – автомобіль (автобус, автомобіль вантажний), оснащений виключно електричними тяговими двигунами (одним чи декількома), які працюють за рахунок енергії, отриманої з водню;
- автомобіль плагін-гібридний – колісний транспортний засіб, оснащений електричним тяговим двигуном та двигуном внутрішнього згоряння. Система акумулювання електричної енергії (акумуляторна батарея) автомобіля плагін-гібридного має технічні можливості заряджатися від зовнішнього джерела електричної енергії;
- електричний колісний транспортний засіб – дво- і більше колісний транспортний засіб, оснащений виключно електричними тяговими двигунами (одним чи декількома) та системою акумулювання електричної енергії (акумуляторною батареєю), яка має технічні можливості заряджатися від зовнішнього джерела електричної енергії;
- електромобіль (електричний колісний транспортний засіб) – автомобіль, оснащений виключно електричними тяговими двигунами (одним чи декількома) та системою акумулювання електричної енергії (акумуляторною батареєю);
- електромобіль легковий – автомобіль легковий, оснащений виключно електричними тяговими двигунами (одним чи декількома) та системою акумулювання електричної енергії (акумуляторною батареєю) [2].

Статтею 5 закону № 8172 передбачалося внесення перерахованих термінів разом з іншими у Закон України «Про автомобільний транспорт». Водночас ні в перший, ні в другий закони не потрапило таке визначення, як «автомобіль гібридний – колісний транспортний засіб, оснащений електричним тяговим двигуном та двигуном внутрішнього згоряння, які приводять його в рух одночасно або по чергові. Система акумулювання електричної енергії (акумуляторна батарея) автомобіля гібридного не має технічної можливості заряджатися від зовнішнього джерела енергії», запропоноване Мінінфраструктури України [3]. Іншими словами, законодавці лишили поза увагою м'які MHEV і повні FHEV гібриди.

Рішення виглядає дещо дивним, оскільки тисячі власників подібних автомобілів в Україні керуючись бажанням економити на дефіцитному пальному (водночас знижуючи обсяг шкідливих викидів в атмосферу), змушені переплачувати за авто у порівнянні з аналогічними моделями, оснащеними лише ДВЗ, та їх ускладнене обслуговування і ремонт.

Сьогодні поповнення вітчизняного парку гібридних авто відбувається переважно завдяки м'яким MHEV або повним HEV гібридам. Продаж підзарядних плагін-гібридів PHEV в Україні незначний через їх завищену вартість. Однак сегмент гібридів ніколи не мав такої підтримки з боку держави, як, наприклад, електромобілі. Лише три місяці, з 1 квітня по 30 червня воєнного 2022 року, завдяки ухвалену Верховною Радою закону, була можливість безкоштовно розмитнити ввезені з-за кордону легковики, включно з гібридами.

Фінансове послаблення тривало недовго: законом № 7418, який набув чинності з 1 липня 2022 року, безкоштовне розмитнення скасовувалося за винятком «нульового» мита на електромобілі. Водночас з поверненням спеціального акцизу (1 євро за 1 кВт·год ємності батареї) при реєстрації EV більше не потрібно було платити до Пенсійного Фонду [4]. Пільги черговий раз оминули гібридні автомобілі усіх трьох типів. У процесі розмитнення необхідно здійснювати платежі (митний збір, акциз, ПДВ) рівноцінні автомобілям з ДВЗ. Запропонована поправка до закону № 7418, яка дозволяла зменшити їх вдвічі, не була підтримана законодавцями.

Поєднання різних джерел енергії робить гібридні автомобілі менш «брудними» ніж звичайні автомобілі. Вони споживають менше дефіцитного в Україні пального та, як наслідок, можуть бути для власника дешевшими в експлуатації. Статистика вітчизняного автомобільного ринку свідчить про зростання зацікавленості споживачами не лише електричними авто, але й гібридами. Станом на 01.04.2023 року український автопарк нараховував 50733 електро- і 67923 гібридних автомобілів [5]. Час вимагає, якщо не «обнулити», то хоча б запровадити понижуючі коефіцієнти на митні платежі для м'яких, повних і плагін-гібридів визначення яких на законодавчому рівні частково унормовані, зокрема і у Митному тарифі України (Групи 50-97) [6]. Зрештою таке рішення з боку держави може діяти впродовж періоду, викликаного необхідністю «підстраховувати» у силовому агрегаті електродвигун двигуном внутрішнього згоряння.

1. Валерій Денисенко. ТОП 20 найбільш продаваних гібридних авто в Україні у серпні 2023 року. URL: <https://avto.novyny.live/top-20-naibilsh-prodavanikh-gibridnikh-avto-v-ukrayini-u-serpni-2023-roku-122141.html>. (дата звернення: 08.10.2023).

2. Про деякі питання використання транспортних засобів, оснащених електричними двигунами, та внесення змін до деяких законів України щодо подолання паливної залежності і розвитку електрозарядної інфраструктури та електричних транспортних засобів : Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2956-20#Text>. (дата звернення: 08.10.2023).

3. Повідомлення про оприлюднення проекту Закону України. URL: <https://mtu.gov.ua/news/33555.html?PrintVersion>. (дата звернення: 08.10.2023).

4. Марія Семенова. Які податкові пільги скасували депутати: розбір закону 7418. URL: https://biz.ligazakon.net/analitics/212304_yak-podatkov-plgi-skasuvati-deputati-rozbr-zakonu-7418. (дата звернення: 08.10.2023).

5. Що коїться в сегменті гібридних автомобілів в Україні? URL: <https://www.autoconsulting.com.ua/article.php?sid=53757>. (дата звернення: 08.10.2023).

6. Митний тариф України (Групи 50-97). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697%D0%B1-20#Text>. (дата звернення: 08.10.2023).

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РУХУ АВТОПОЇЗДА ПРИ УПРАВЛІННІ НАПІВПРИЧЕПОМ ШЛЯХОМ ГАЛЬМУВАННЯ КОЛІС ОДНІЄЇ ОСІ

Роман Марчук, Микола Марчук, Віталій Жук

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

У роботі [1] доведено, що суттєвого поліпшення показників маневреності автопоїзда з довгобазовим напівпричепом можна досягти при гальмуванні одного з коліс задньої осі. Так, за величини гальмівного моменту в межах 2 кН·м на одному з коліс задньої осі кривизна траєкторії возика напівпричепа збільшується на 33% і відповідно цьому на стільки ж зменшується радіус повороту напівпричепа і його траєкторія наближається до траєкторії автомобіля-тягача, що ідентично повороту автопоїзда з керованими осями (колесами) напівпричепа. Проте, отримані залежності потребують експериментальної перевірки [2].

Фізичною моделлю є зменшена копія об'єкта дослідження, наділена тими ж фізичними властивостями, що і оригінал, і експеримент проводиться з моделлю. Для фізичної моделі не обов'язкова модель математична, отже спрощуються розрахунки, а дані можна отримувати напряду з об'єкта дослідження, використовуючи датчики, записуючі елементи і т.п., а рух задавати виконавчими пристроями.

Модель автомобільного поїзда складається із моделі автомобіля-тягача і напівпричепа. Базою для моделі тягача було обрано сідельний тягач MAN TGS 19.360. Це автомобіль з колісною формулою 4×2. Його споряджена маса 6790 кг, допустиме навантаження на сідельно-зчіпний пристрій 12210 кг. Довжина складає 5872 мм, колія 2240 мм, висота сидла 1185 мм.

Основою для розрахунку моделі напівпричепа є двовісний напівпричіп Utility VS2DC з керованими задніми осями. Довжина його кузова 16154 мм, колісна база 8075 мм, загальна ширина 2600 мм, висота зчіпки 1190 мм. Повна маса автопоїзда 22 т.

Для відстеження траєкторії руху характерних точок на них встановлено світлодіоди червоного кольору для осі тягача і зеленого для осі напівпричепа. Над тестовим стендом розміщено камеру, яка робить знімки через задані проміжки часу. Отримані фотографії оброблюються програмно, із зображення відсіюється все, крім маркерів. Потім отримані точки групуються за заїздами і з'єднавши їх можна отримати траєкторію руху характерних точок моделі для кожного тестового заїзду.

Для кожного заїзду було зроблено від 10 знімків. Результати 4-х тестових заїздів для автопоїзда з базою напівпричепа 370 мм за відсутності гальмівного моменту на одному з коліс напівпричепа зображено на рисунку.

Точки на даній схемі відповідають положенню характерних точок у момент фотографування. Усереднена траєкторія руху середини керованих осей визначалась як середина між точками, які найменше і найбільше віддалені від центра описуваного кола. Усереднені траєкторії руху обох маркерів мають незначні відхилення, поведінку моделі можна вважати адекватною для маневру кола. Розбіжності між розрахунковими і експериментальними значеннями зміщення траєкторії напівпричепа щодо траєкторії тягача не перевищують 5,2%.

Для аналізу впливу бази напівпричепа і гальмівного моменту на одному з коліс напівпричепа були застосовані методи планування експерименту. При плануванні експерименту були розглянуті наступні чинники: база напівпричепа, гальмівний момент на одному з коліс напівпричепа, швидкість руху автопоїзда.

Доведено, що керування напівпричепом шляхом гальмування одного з його коліс ідентично керуванню передньою віссю напівпричепи з прямим приводом управління і передаточним відношенням приводу 0,5. Розбіжності в усіх випадках не перевищували 12%, тобто гальмування одного з коліс напівпричепи перспективно для керування автопоїздів з довгобазовими напівпричепами.

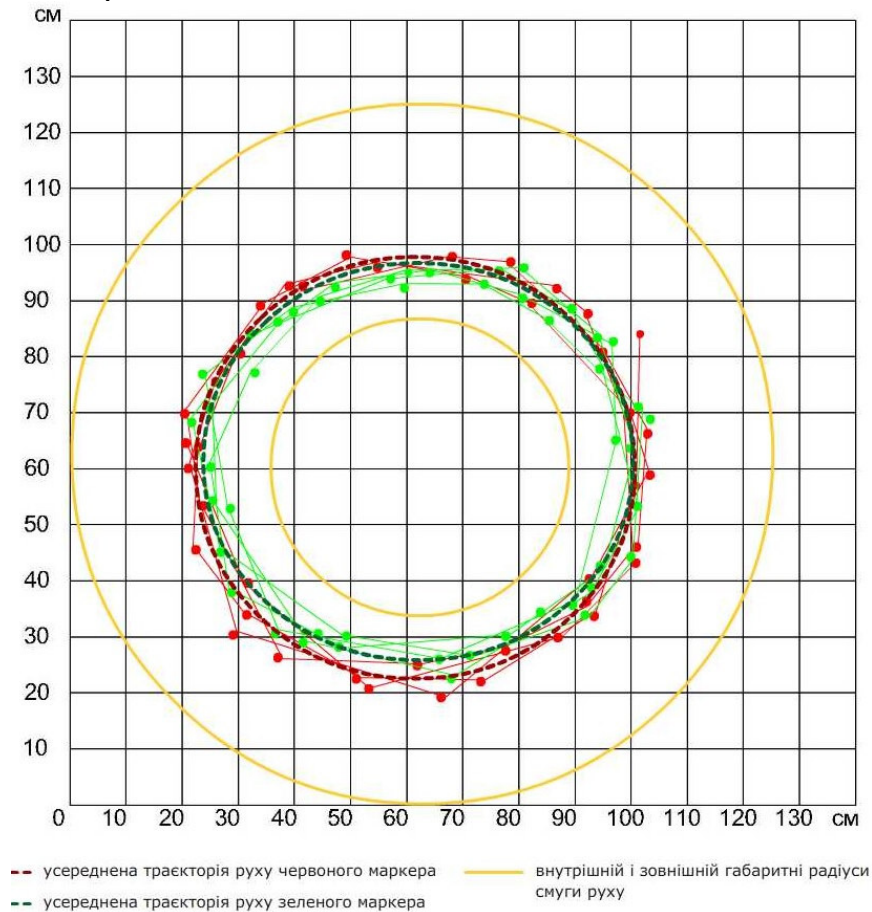


Рисунок. Результати заїздів по колу

1. Sakhno V. P., Marchuk M. M., Marchuk R. M. Study of long haul truck movement along the curvilinear trajectory while steering a carryall semi-trailer – container by braking the wheels of one axle. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2017. Vol. 52(2). Pp. 107–112.

2. Sakhno V. P., Yashchenko D. M., Marchuk R. M., Marchuk N. M., Lyashuk O. L. Research of a truck train movement when driving semi-trailer by slowing down wheels of one axis pin on the model. *International journal of automotive and mechanical engineering*. 2020. Vol. 17(1). Pp. 7749–7757.

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МАНЕВРНОСТІ АВТОПОЇЗДА-КОНТЕЙНЕРОВОЗА

Роман Марчук, Назар Марчук, Роман Остапчук

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

Сучасний стан розвитку рухомого складу автомобільного транспорту для перевезень контейнерів характеризується різноманітністю типів та видів автомобілів, причепів та напівпричепів. При цьому раціональнішими є універсальні причепи та напівпричепи, здатні перевозити всю можливу гаму контейнерів. Наприклад, фірма Fliegl випускає широку гаму контейнеровозів, серед яких є універсальні для транспортування всіх типів контейнерів, у тому числі цистерн-контейнерів, довжиною від 20 до 45 футів і контейнерів типу HQ [1].

Для універсальних контейнеровозів при перевезеннях 45-футових контейнерів необхідно подовжувати автопоїзд, а це погіршує його вписування в поворот. Збільшення габаритної смуги руху створює небезпеку для зустрічного транспорту, ускладнює проїзд у міських умовах і, зрештою, знижує середньотехнічну швидкість руху всього транспортного потоку. Поліпшення вписуваності автопоїзда в поворот можливе за рахунок самовстановлюваних або керованих осей (коліс) причепів та напівпричепів.

Параметри маневреності автопоїзда з керованим напівпричепом можна визначати шляхом розв'язання системи диференціальних рівнянь, що описує плоскопаралельний рух автопоїзда, загальний вигляд якого показано на рис. 1 [2].

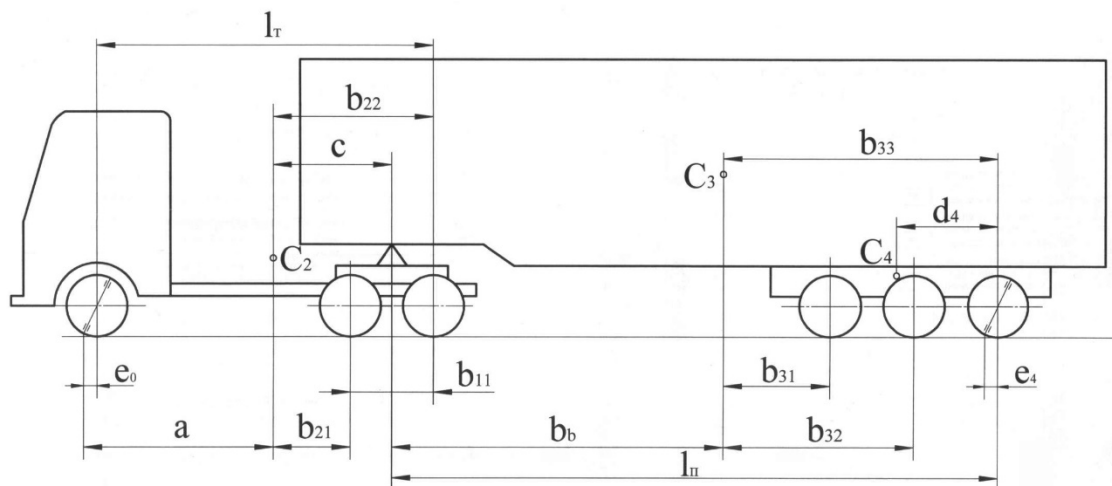


Рис. 1. Загальний вид автопоїзда-контейнеровоза

Отримана система диференціальних рівнянь описує модель руху дволанкового автопоїзда в загальному випадку (тривісний автомобіль-тягач та тривісний напівпричіп) як чотиримасової системи, яка враховує вплив керуючого колісного модуля тягача та самовстановлюваного колісного модуля напівпричепи, а також гальмівного моменту. Система дозволяє досліджувати вплив конструктивних параметрів автомобіля-тягача та напівпричепи на показники маневреності та стійкості руху автопоїзда, як при використанні самовстановлюваного колісного модуля (при цьому гальмівний момент $M_e = 0$), так і при керуванні за рахунок гальмування коліс одного борту (при цьому із системи рівнянь виключається останнє рівняння).

Показники маневреності автопоїзда, зокрема, координати центру мас тягача, кут складання автопоїзда, зовнішній і внутрішній габаритні радіуси, габаритна смуга руху автопоїзда, визначалися для автопоїздів-контейнеровозів шляхом інтегрування чисельними методами вихідної системи: коліс одного борту (автопоїзд № 2) та самовстановлюваного колісного модуля (автопоїзд № 3). Як базу для порівняння приймався автопоїзд із некерованим напівпричепом (автопоїзд № 1).

Встановлено, що при швидкості 3 м/с автопоїзд-контейнеровоз з некерованим напівпричепом не відповідає вимогам Директиви 2002/7/ЕС тоді як автопоїзд з керуванням напівпричепом шляхом гальмування коліс одного борту та за рахунок самовстановлюваного колісного модуля напівпричепи цим вимогам задовольняють. При повороті на 90°, габаритна смуга руху автопоїзда № 1 більше за габаритну смугу руху автопоїзда № 2 на 10,3%, а автопоїзда № 3 – на 13,3%.

1. Сахно В. П., Марчук Р. М., Онищук В. П., Придюк В. М. До аналізу конструкцій автопоїздів-контейнеровозів. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики* : зб. доповідей 13 Міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2011. С. 180–182.

2. Сахно В. П., Кузнецов Р. М., Марчук Р. М., Онищук В. П. До визначення показників стійкості автопоїзда-контейнеровоза. *Проблеми автомобільного транспорту* : зб. наук. праць. Київ : НТУ, 2011. Вип. 8. С. 157–165.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Микола Пікула

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

Одним з найважливіших завдань автотранспортної галузі є вдосконалення організації технічного обслуговування та ремонту автомобілів для підвищення їх працездатності і зниження витрат на експлуатацію. Актуальність завдання підтверджується тим, що на технічне обслуговування автомобіля витрачають значно більше праці і засобів, ніж на його виробництво.

Динаміка зростання автомобільного парку в Україні є однією з найвищих у світі (близько 5% на рік), але його середній вік становить в цілому по країні більше 12 років, тоді як в США – 9,2 року, в Європі – 8,5. Цей фактор вимагає подальшого розвитку інфраструктури технічного сервісу автотранспортних засобів (АТЗ), створення умов для забезпечення якості наданих послуг з технічного обслуговування та ремонту автомобілів, що відповідає світовим стандартам, поліпшення екологічної та дорожньої безпеки [1].

Тому важко переоцінити значення ефективної організації автосервісу автомобілів для економіки країни. У пострадянський період спостерігалось різке зростання числа автосервісних підприємств (АСП). Ця тенденція зберігається і зараз, причому цей процес певною мірою є стихійним. Так, розміщення підприємств автосервісу відбувається без використання науково обґрунтованих методів і моделей, тому вони розташовані нерационально, що викликає нерівномірність завантаження устаткування в різних АСП. Її наслідками є недоотримання прибутку одними підприємствами (через їх низьке завантаження і простій обладнання) або прискорене зношення обладнання, зниження якості обслуговування, втрата клієнтів – через збільшення черг на інших підприємствах. Можна назвати і ще цілий ряд факторів, вирішення яких дозволить якісно підвищити рівень технічного обслуговування та ремонту автомобілів [2].

На основі аналізу сучасного стану ринку послуг автосервісу та теоретичних досліджень можна виділити такі основні напрями вдосконалення інфраструктури автосервісних підприємств:

- моніторинг ринку послуг автосервісу: прогнозування розвитку автопарку, аналіз існуючої мережі і корегування схеми АСП, аналіз закордонного досвіду в області організації, регулювання ринку послуг автосервісу, визначення потреби в підприємствах автосервісу, визначення вимог до їх розміщення;
- розвиток системи інвестування і ресурсного забезпечення АСП: створення умов для залучення інвестиційних потоків, упорядкування процесу землекористування, вдосконалення системи енерго- і матеріально-технічного постачання, зокрема – і обмінного фонду запасних частин;
- кадрове забезпечення підприємств автосервісу: визначення потреби в кадрах відповідно з попитом на послуги автосервісу, підготовка і перепідготовка кадрів, навчально-методичне забезпечення;
- вдосконалення методів ТО і ремонту на АСП: виконання досліджень в області технічного обслуговування та ремонту, впровадження передових технологій, модернізація і реновація виробничих фондів;
- вдосконалення екологічної, санітарної і пожежної безпеки на АСП: впровадження ресурсозберігаючих технологій, використання екологічно чистих матеріалів і технологій,

підвищення пожежної безпеки за рахунок вдосконалення системи повідомлення і автоматичного пожежогасіння, забезпечення санітарної безпеки, збір і утилізація відходів;

- розвиток інформаційно-методичного забезпечення діяльності підприємств автосервісу: створення оперативної і доступної бази даних по послугах АСП, про наявність запчастин, розробка типових договорів на обслуговування тощо;

- державне регулювання ринку послуг АСП: координація регулюючих впливів з сторони споживчого ринку і послуг, розробка диференційованих методів впливу на різні категорії підприємств, підвищення потреб до рівня і якості обслуговування (в тому числі - ліцензування і сертифікації послуг), створення умов для нормальної конкуренції;

- розвиток системи страхування учасників ринку послуг автосервісу: розробка програми страхування, реалізація заходів по організації системи страхування.

- вдосконалення нормативно-правової бази функціонування ринку послуг автосервісу: вдосконалення державного законодавства у сфері автосервісу, вдосконалення нормативно-технічного забезпечення, оновлення і вдосконалення положень з ТО і ремонту автотранспортних засобів;

- розвиток мережі АСП: наближення послуг до споживача, розширення асортименту послуг за рахунок розвитку мережі спеціалізованих і комплексних підприємств, раціоналізація розміщення підприємств на території міста.

Розвиток інфраструктури технічного сервісу автотранспортних засобів дозволить забезпечити власника транспортного засобу всім комплексом якісних безпечних сервісних послуг (робіт) на всіх стадіях життєвого циклу автотранспортних засобів.

1. Концепція Державної цільової економічної програми розвитку автомобільного транспорту до 2015 року. *Урядовий кур'єр*. 18.08.2011. № 151.

2. Левківський О. П., Туриця О. О. Оптимізація організаційних форм автосервісних та авторемонтних виробничих структур. *Вісник Національного транспортного університету* : наук.-техн. зб. Київ : НТУ, 2009. Вип. 19. Ч. 1. С. 106–108.

УДК 621.43+621.43.016.4+681.518

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ДВИГУНА ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ПРАЦЮЮЧОГО НА ЗРІДЖЕНОМУ ГАЗОВОМУ ПАЛИВІ

Дмитро Погорлецький, Даніїл Кирієнко

*Херсонська державна морська академія,
вул. Ушакова, 20, м. Херсон, 73000
Національний університет «Чернігівська політехніка»,
вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035*

Для дослідження забезпечення теплової підготовки двигуна транспортного засобу (ТЗ), який оснащено системою теплової підготовки (СТП) на основі теплового акумулятору фазового переходу (ТАФП) в умовах експлуатації, було використано цикл теплової підготовки в режимах передпускового та післяпускового прогріву [1–3]. Застосування СТП згідно використаним циклами дозволяє скоротити час прогріву двигуна ТЗ до його робочої температури, зменшити витрату палива для прогріву і зменшити викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах (ВГ). Особливостями використаного циклу теплової підготовки є забезпечення тепловою енергією двигуна ТЗ в умовах експлуатації з допомогою СТП на основі ТАФП. Температура оточуючого середовища (ОС), та температура охолоджувальної рідини змінюється у широкому діапазоні допустимих температур. Залежно від цього варіюються режими роботи теплового акумулятору та теплоакумуляуючого матеріалу (ТАМ) і алгоритм роботи СТП в залежності від режимів прогріву ТЗ [1–3].

Після запуску СТП відбувається передпускова тепла підготовка системи охолодження двигуна ТЗ від ТАФП. Тривалість цього етапу залежить від температури ОС та особливостей будови системи охолодження двигуна. За досягненням температури охолоджуваної рідини $+50^{\circ}\text{C}$ відбувається запуск двигуна ТЗ після процесу теплової підготовки в умовах експлуатації. Саме за цієї температури можливо запускати двигун ТЗ та переходити на живлення зрідженим газовим паливом і приймати навантаження. Температура може змінюватися в залежності від технологічних завдань та рекомендацій виробника.

Під час теплової підготовки двигуна ТЗ від температури ОС до температури $+50^{\circ}\text{C}$, буде витрачена різна кількість накопиченої в ТАФП СТП теплової енергії. В зв'язку з цим робоча температура ТАМ відрізняється від початкової залежно від кліматичних умов. Швидкість циркуляції охолоджувальної рідини в системі охолодження двигуна зважаючи на СТП, повинна бути максимальною згідно можливостей ТАМ, та може змінюватися залежно від конструктивних особливостей теплового акумулятору (ТА) і будови системи охолодження, обраних режимів прогріву.

Після досягнення температури $+50^{\circ}\text{C}$ системи охолодження, відбудеться пуск двигуна ТЗ. Далі відбувається тепла підготовка двигуна ТЗ від ТАФП СТП та теплової енергії згоряння палива. Початкова температура охолоджувальної рідини відповідає $+50^{\circ}\text{C}$, а робоча температура рідини системи охолодження двигуна ТЗ (не менше $+85^{\circ}\text{C}$) згідно рекомендацій виробника. Далі відбувається зниження температури ТАМ ТАФП пропорційно початковій температурі ОС з дотриманням тривалості для різних температур ОС.

Робоча температура охолоджувальної рідини двигуна ТЗ повинна становити $+85 \pm 5^{\circ}\text{C}$. За досягнення такої температури вимикається насос СТП і двигун працює від штатного насоса системи охолодження. Тривалість передпускової теплової підготовки двигуна ТЗ від СТП на основі ТАФП, залежить від режиму теплової підготовки і температури ОС.

Об'єктом досліджень є автомобіль KIA Seed 2.0, який обладнано системою теплової підготовки з тепловим акумулятором фазового переходу (рис. 1).

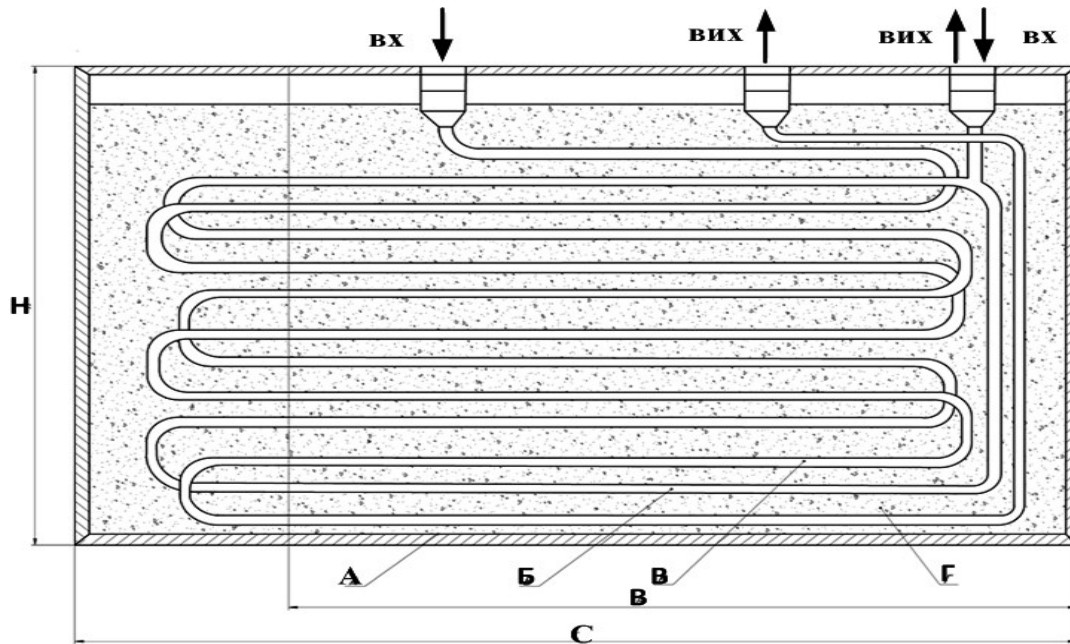


Рис. 1. Тепловий акумулятор фазового переходу: А – зовнішня стінка; Б – теплообмінник зарядки; В – теплообмінник розрядки; Г – фазоперехідний теплоакumuлюючий матеріал; ВХ, ВИХ – напрямки руху відпрацьованих газів

В основу ТАФП була покладена конструкція ТА [1–3]. Корпус ТАФП зроблений з нержавіючої сталі та має основну секцію з теплообмінником виготовленим з латуні, в корпусі два патрубки, які з'єднані з компенсаторами теплового розширення ТАМ та входом термодвигуна. Використаний автомобіль, оснащений системою дистанційного моніторингу (СДМ) технічних та теплових параметрів двигуна ТЗ. Система охолодження двигуна ТЗ закритого типу (рідинна), з примусовою циркуляцією.

У двигуна ТЗ під'єднання до системи охолодження здійснено з допомогою теплообмінника ТАФП, а до системи випуску ВГ (для зарядки ТАФП) – за допомогою патрубків з налаштованим клапаном, для роботи з потоком ВГ двигуна ТЗ не більше ніж 40% від їх загальної кількості. Під'єднання до системи охолодження здійснювалося через додаткові з'єднувальні патрубки до блоку циліндрів двигуна. Особливо увага була приділена процесам передпускової та післяпускової теплової підготовки двигуна ТЗ.

Для зменшення втрат теплової енергії у процесі випробувань зовнішня поверхня ТАФП теплоізована подвійним шаром спіненого поліетилену, який був покритий з боків шарами алюмінієвої фольги [1–3]. Процеси акумулювання теплової енергії відбуваються за рахунок зміни параметрів фізичного стану ТАМ. Для компактного розміщення ТАФП і забезпечення безпеки використання в салоні автомобіля масогабаритні параметри та характеристики ТА були використані такі ж самі, як і у роботах [1–3], тільки змінено розташування під'єднань до систем охолодження двигуна ТЗ та системи випуску ВГ.

Розміщення ТАФП та компоновання патрубків підключення разом з тепловими елементами в салоні автомобіля KIA Seed 2.0 показані на (рис. 2).

Таким чином, для організації передпускової та післяпускової теплової підготовки двигуна ТЗ працюючого на зрідженому газовому паливі, до температури, яка дозволяє здійснювати перемикання на живлення газовим паливом після пуску та приймання навантаження і вибору режимів роботи СТД, в умовах експлуатації двигуна транспортного

засобу, переобладнаного для роботи на газовому паливі та оснащеного додатково системою теплової підготовки на основі теплового акумулятору фазового переходу.

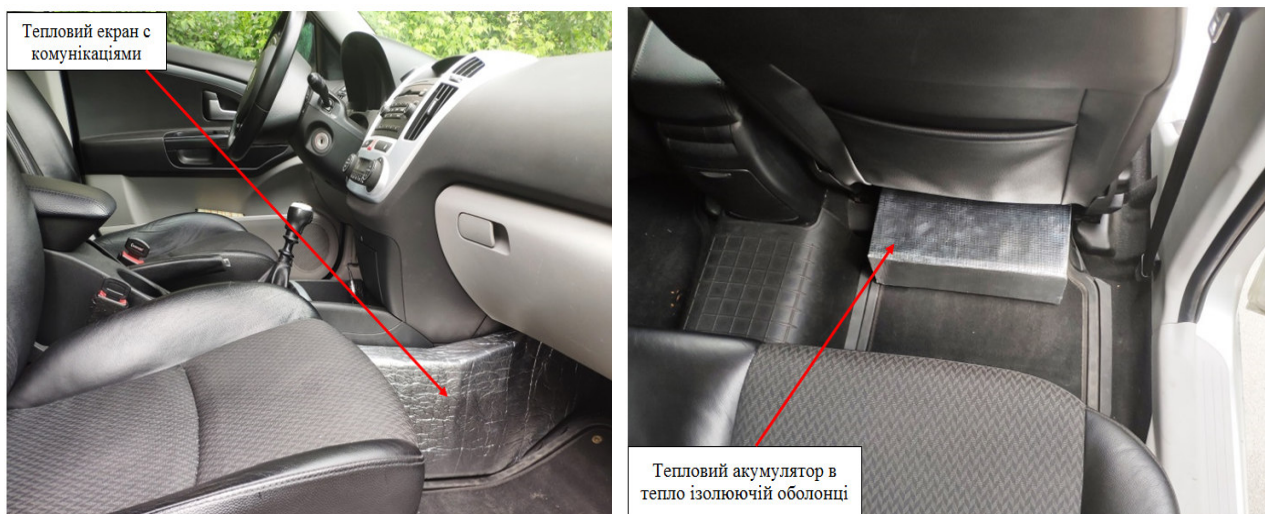


Рис. 2. Розміщення теплового акумулятора в салоні ТЗ KIA Ceed 2.0

Застосування СТП на основі ТАФП для двигуна ТЗ дозволить скоротити час прогріву до робочої температури системи охолодження, та зменшити витрату рідкого (бензин) і газового палива на прогрів, зменшити викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах ТЗ.

1. Погорлецький Д. С. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників переобладнаних для роботи на газовому паливі транспортних засобів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20. / Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир. 2021. 20 с.

2. Gritsuk I., Pohorletskyi D., Mateichyk V., Symonenko R. et al. Improving the Processes of Thermal Preparation of an Automobile Engine with Petrol and Gas Supply Systems (Vehicle Engine with Petrol and LPG Supplying Systems). *SAE Technical Paper*. 2020. doi:10.4271/2020-01-2031.

3. Погорлецький Д. С., Матейчик В. П., Полівінчук А. П., Володарець М. В., Цюман М. П. Особливості теплової підготовки транспортного двигуна в умовах експлуатації. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь : ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. Вип. 19. Т. 4. С. 286.

УДК 656.13:621,892

ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЗБІЛЬШЕНУ ВИТРАТУ ПАЛИВО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Антон Садовець

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

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

Значну частку затрат автотранспортних підприємств, на виконання транспортного процесу перепадає на паливо-мастильні матеріали. Термін «паливо-мастильні матеріали» на державному рівні не стандартизоване визначення. Пальним називається паливо, яке використовується для двигунів внутрішнього згорання. Термін паливо, є загальним поняттям, яким позначають речовину, вироблену на основі нафти, використовувану для отримання теплової енергії (лист Держспоживстандарту від 31.07.09 р. № 7855-1-5/19). Пальне (бензин, дизель, скраплений газ, та ін.), а також різні технічні види оливи та мастил, всі вони відносяться до нафтопродуктів [1]. Олива, та мастила забезпечують змащування деталей покриваючи їх масляною плівкою, тим самим запобігають сухому тертю зменшуючи їх знос. При найкращій мінімізації витрат паливо-мастильних матеріалів, підприємство зможе здешевити собівартість перевезення, тим самим збільшити свій прибуток.

З боку АТП, мінімізувати затрати на паливо можна реалізувати такими способами як:

- контроль паливних талонів (попередньо оплачене паливо) у АЗС.
- за бланком «Відомості про відпуск нафтопродуктів», в якому зазначається вид палива, його марка, та кількість, виписується бланк у двох примірниках: один залишається у АЗС, другий у покупця (водія);
- за цифровою паливною картою (смарт-картка), всі дані варіанти складаються методом укладення договору з АЗС [2]. При наявності власної паливно-заправної станції на території підприємства, контроль виконує оператор заправної колонки, через показники лічильника паливо вимірювача. Ведучи облік відпущення палива, для звіту;
- контроль методом встановлення автомобільного GPS моніторингу, дозволяє контролювати не лише місцезнаходження, час роботи транспортного засобу та інформацію тахографа, але й контролювати реальний розхід палива, спланувати заправку, унеможливити крадіжку палива.

До переважаючих технічних несправностей автомобіля, які впливають на збільшення витрати паливно-мастильних матеріалів відносяться такі несправності як:

- несправності датчиків (температури охолоджувальної рідини, датчика положення дросельної заслінки, датчиків кисню, повітря та ін.), які можуть передавати некоректні дані на блок управління, що буде супроводжуватися підвищеним зносом деталей та вузлів двигуна, особливо циліндро-поршневої групи;
- використання неякісного палива, яке не відповідає нормативам, його використання приводить до неправильного згорання, за рахунок цього блок управління вносить корективи для збільшення впорскування палива в камеру згорання;
- неналежне функціонування системи турбо-наддуву, якщо така є наявною, дана несправність може збільшити витрату палива [3];
- причиною поганого накату автомобіля можуть бути зношені, або перетягнуті підшипники ступиці або підклинювання гальм. Вони дають додатковий шкідливий опір автомобілю, для подолання якого двигун спалює додаткове паливо;

- зношення форсунок, паливного насосу, забруднення паливних фільтрів, ускладнюють циркуляцію палива в камеру згорання. Забруднення повітряного фільтра, ускладнює тягу повітря в камеру згорання, що в свою чергу робить паливну суміш збагаченою.

- надмірний кліренс, збільшує шкідливий опір. Неправильно налаштоване сходження коліс, збільшує опір коченню автомобіля і витрату палива;

- несправності роботи системи охолодження двигуна. Використання води призводить до утворення накипу на внутрішніх стінках системи охолодження. Через низьку теплопровідність накип утруднює теплообмін між стінками блоку циліндрів і водою. Зменшується перетин трубок радіатора. Утруднюється циркуляція води. Доведено, що при товщині шару накипу 1 мм витрата палива зростає до 30%, витрата масла – до 40%, а потужність двигуна знижується на 20–25% [4].

- ще однією з причин надмірної витрати палива є забруднені або зношені свічки запалювання. Вони виконують функцію підпалу паливної суміші (бензин + повітря), але при зношеному електроді або підвищеному нагарі на ньому суміш буде займатися з перебоями. Перевитрата палива становитиме приблизно 15–20%, але може зрости вдвічі [5].

- зношене зчеплення призводить до його пробуксовування. При цьому відбувається перегрів дисків, через який з'являється характерний запах, який відчувається навіть у салоні автомобіля. В такому випадку, при натисненні педалі акселератора, обороти двигуна набираються нормально, але інтенсивний розгін втрачається. Відповідно, енергія вироблена двигуном витрачається даремно, що збільшує витрату палива [6].

Експлуатаційна витрата палива залежить від стилю водіння транспортного засобу. Фактори, які впливають на збільшення витрати палива з боку водія, при експлуатації автомобіля такі:

- перевищення максимальної швидкості автомобіля більше ніж заявлено виробником;

- на автомобілях з механічною коробкою передач, некоректне перемикання передач згідно з тахометром. Розкручування обертів двигуна для переключення на вищу передачу до надвисоких 4000-5000 тисяч обертів на хвилину;

- перевезення вантажів з перевантаженням на вісь автомобіля;

- режим їзди, рух автомагістралями, дає більшу мінімізацію витрати палива (за рахунок додержання конкретного швидкісного режиму з мінімальними зупинками та розгонами). На відміну від руху містом, де багато заторів, світлофорів, та пішохідних переходів, на яких час простою автомобіля на холостому ходу збільшується, і з ним збільшиться витрата;

- опущене скло, при швидкості автомобіля більше 50-ти кілометрів на годину створює ефект «парашута», тим самим злегка гальмуючи автомобіль який рухається, додає 4% до витрати палива [7];

- неправильне планування, та оптимізація маршруту.

- прогрів автомобіля, особливо в зимній період, додає близько 10–15% до витрати палива;

- використання світлотехніки (фари та ін.), музичної апаратури, такої як: сабвуфери, та підсилювачі для музичної апаратури. Вони дають навантаження на генератор, за рахунок цього генератор відбирає енергію у двигуна. Двигун, задля компенсування цього навантаження збільшує витрату палива;

- використання кондиціонеру, вбудованої, або автономної системи обігріву додає до 15%;

- дуже важливим фактором є манера водіння водія, яка може збільшити витрату в рази. Наприклад, водії з агресивною манерою водіння різко стартують з місця, швидко розкручуючи обороти двигуна до 4000–5000 тисяч обертів на хвилину. Не вміючи підбирати необхідну швидкість руху, тримають високу швидкість до останнього, а потім різко гальмують на місці необхідної зупинки. Тим самим гасять невиправдано використану енергію, на яку перевелось паливо;

- низький тиск в шинах, призводить до підвищення опору тертя. Зменшення тиску навіть на 0,5 атмосфери від норми, призводить до збільшення витрати палива до 5% [8];

- тип кузова автомобіля, впливає на аеродинамічний опір. Чим цей опір вище при русі на великій швидкості, тим споживання палива буде вищим;

- також, сюди слід віднести такі фактори як: погодні умови, температура повітря, місцевість, стан, тип дорожнього покриття, гірська місцевість тощо. Доведено, що взимку витрата пального на 5–7% більша ніж влітку;

Норму витрати палива надає завод виробник, для конкретної моделі автомобіля, але на сильно вживані автомобілі ця норма розповсюджується менше.

Способи як перевірити витрату палива:

- за допомогою вищевказаного автомобільного GPS моніторингу;

- за допомогою бортового комп'ютера автомобіля (якщо такий є наявний);

- або заміряти цей показник самостійно. Для цього необхідно заправити повний бак паливом, далі потрібно проїхати рівно 100 кілометрів. Для об'єктивного результату, бажано їх проїхати за своїм звичним маршрутам та звичною манерою. Проїхавши 100 кілометрів, потрібно знову заправити повний бак паливом. Друга заправка паливом, дасть розуміння скільки палива витратилось в л/100 кілометрів.

Фактори, які впливають на збільшену витрату моторного мастила. Основним фактором збільшення витрати, є несправності окремих деталей, та вузлів двигуна, а саме:

- збільшене згорання мастила разом з паливною сумішшю в камері згорання, причиною цьому є зношенні маслоснімні кільця. Однією з причин їх прискореного зносу є довготривалий або сильний перегрів двигуна (перегрів, як правило, супроводжується несправною системою охолодження);

- використання неякісного, підробленого, або неправильно підібраного під конкретний двигун моторного мастила;

- закоксовування маслоснімних кілець, причиною цьому може бути використання неякісного моторного мастила;

- знос стінок циліндру, за рахунок цього мастила в камеру згорання потрапляє більше ніж при справних кільцях;

- браковані, зношені, або неправильно встановлені сальники клапанів. За рахунок цієї несправності, мастило видавлюється через сальник;

- підтікання через прокладку оливного фільтру, причиною як правило є брак або низька якість фільтру;

- прогар, спрацювання або брак прокладки головки блоку циліндрів, при цьому мастило підтікає із-за відсутності герметичності;

- підтікання мастила через сальники колінчастого, або розподільного валів, основні причини, це знос, низька якість сальників, неправильно підібрана в'язкість мастила;

- негерметичність прокладки піддону картера, теж призводить до підтікання мастила [9];

- витрата мастила збільшується до 20% для автомобілів, які знаходяться в експлуатації більше 8 років. За рахунок спрацювання окремих вузлів, та деталей двигуна, при умові, що двигун не проходив капітальний ремонт;

Варто додати, що витрата мастила більша ніж заявлена заводом виробником, не враховуючи підтікання, як правило свідчить про спрацювання циліндро-поршневої групи двигуна. Що в подальшій перспективі призведе до його капітального ремонту.

Також, варто згадати про облік гальмівної та охолоджуючих рідин двигуна, так як це теж є невід'ємною, частиною затрат для автомобільного транспорту. Конкретного нормативного документу, який регулює їх облік та списання немає. Інформацію з норми їх витрати варто шукати в технічній документації з експлуатації конкретного транспортного засобу, або в рекомендації заводу виробника. І відштовхуючись від цих даних встановити норми витрат гальмівної, і охолоджувальної рідин окремо для кожного автомобіля [10].

Таким чином, у даному матеріалі проаналізовано основні фактори, які впливають на збільшену витрату паливо-мастильних матеріалів, та описано способи їх усунення. На більшість перерахованих причин, задля їх усунення автовласник, або водій може впливати сам. Досягаючи мінімізації всіх видів ресурсів можна значно заощадити кошти, як для власника автотранспортного підприємства, так і автолюбителя. Проблеми із перевитратою паливно-мастильних матеріалів, настають з моменту погіршення технічного стану автомобіля, або його неправильної експлуатації.

1. Державний стандарт України «Нафтопродукти». URL: http://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTU1/dstu_3437-96.pdf (дата звернення: 08.10.2023).
2. Пальне на підприємстві: від придбання до списання. URL: <https://online.dtkr.ua/2011/46/61990> (дата звернення: 08.10.2023).
3. Вплив турбіни на розхід палива. URL: <https://turbomag.com.ua/vlijanie-turbiny-na-rashod-topliva> (дата звернення: 08.10.2023).
4. Запобігання утворенню накипу в системі охолодження. URL: <https://studfile.net/preview/9578314/page:5/> (дата звернення: 08.10.2023).
5. 10 способів знизити витрати палива і не дати себе обдурити. URL: <https://intercars.com.ua/uk/tidings/10-sposob-v-zniziti-vitrati-paliva-ne-dati-sebe-obduriti/> (дата звернення: 08.10.2023).
6. Причини підвищеної витрати палива. URL: <https://a6s.info/uk/ekspluatatsiia/6-prichini-pidvishchenoji-vitrati-paliva> (дата звернення: 08.10.2023).
7. Фактори, що впливають на витрату пального. URL: <https://petroline.ua/faktori-shcho-vplivaut-na-vitratu-palnogo/> (дата звернення: 08.10.2023).
8. Як тиск шин впливає на витрату палива автомобілем. URL: <https://avtosota.com/12230-dovedeno-na-praktycznyyak-tysk-shyn-vplyvaye-na-vytratu-palyva-avtomobilem.html> (дата звернення: 08.10.2023).
9. Що таке великий розхід мастила. URL: <http://motul.org.ua/articles/33-2009-09-08-05-09-31/254-rasxod-masla.html> (дата звернення: 08.10.2023).
10. Списуємо тосол та гальмівну рідину. URL: <https://i.factor.ua/ukr/journals/bb/2015/may/issue-20/article-8352.html> (дата звернення: 08.10.2023).

УДК 656.13

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТОКІВ ЗАЯВОК НА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТ АВТОМОБІЛІВ В МЕРЕЖІ АВТОСЕРВІСУ

Володимир Хаврук

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

Маркетинговий підхід до вивчення ринку послуг передбачає виявлення тенденцій і кон'юнктури в найближчій і віддаленій перспективі. Якщо прогножуються значні зміни характеристик ринку, підприємства завчасно повинні розробити заходи, що підвищують ефективність діяльності в майбутньому або мінімізувати наслідки від несприятливої кон'юнктури [1–3].

На стадії створення підприємств правильний прогноз може стати запорукою успіху на тривалу перспективу. Отже, прогнозування потоків заявок на технічне обслуговування (ТО) і поточний ремонт (ПР) автомобілів для цілої мережі автосервісу є надзвичайно трудомісткою роботою через велику кількість підприємств і великої номенклатури операцій ТО і ПР, а також наявність великої різномарочності автомобілів.

В той же час можна скористатися непрямими методами прогнозування сумарних потоків заявок по різних марках автомобілів справедливо припускаючи, що інтенсивність сумарного потоку заявок на ТО і ремонт автомобілів залежатиме від зміни кількості автомобілів в місті, як потенційних джерел заявок. При цьому представляє інтерес така зміна частки парку конкретної марки в загальній структурі рухомого складу автомобілів в місті. Не слід при складанні прогнозу упускати тенденції до зміни середнього терміну служби (віку) з початку експлуатації.

Кореляційний зв'язок між цими характеристиками парків автомобілів та інтенсивністю сумарного потоку заявок на обслуговування цілком очевидна, але встановлення цих зв'язків у свою чергу потребує величезних матеріальних витрат. Тому для отримання наближених прогнозів попиту можна скористатися комбінованим методом.

Для цього на першому етапі необхідно зібрати статистичну інформацію про парк M_s певної марки автомобілів на даний момент часу, а також інтенсивність потоків заявок по усіченій вибірці (для 2–3 підприємств – аналогів майбутнього підприємства). Потім доцільно скористатися коефіцієнтами коригування нормативів в залежності від пробігу (терміну служби) автомобілів цієї s -ї марки:

$$\Lambda_{np,s} = \lambda_{0,s} \cdot \frac{A_{cn,np}}{A_{cn_0}} \cdot \frac{K_{кр4,np}}{K_{4,0}}. \quad (1)$$

Точність і достовірність такого прогнозу можна перевірити шляхом порівняння цих характеристик по минулих періодах часу. Стосовно методів прогнозування кількості автомобілів, то можна скористатися цілою гаммою математичних моделей, перевірених на практиці і вибрати найбільш ефективну з них [4–6].

Досвід використання цих моделей на автомобільному транспорті показує, що декілька математичних моделей можуть дати прийнятні результати для поставленої мети. Але усі ці прогнозні функції можуть забезпечити достатню точність, якщо прогнозований процес має які-небудь закономірності і є упевненість, що вони збережуться і надалі. Отже, якщо різко змінюється законодавство, зокрема митне або податкове, надалі можуть проявитися нові тенденції зміни кон'юнктури ринку. Передбачити радикальні зміни зовнішнього середовища підприємств автосервісу досить складно, тому запропоновані моделі прогнозування можуть дати в цих випадках серйозні похибки. Але такі несподівані скачки відбуваються досить рідко

і прогнозування стану ринку послуг в місті представляється можливим з точністю, необхідною для прийняття рішення про доцільність облаштування автосервісу.

Принципова можливість застосування статистичних методів прогнозування кількості автомобілів базується на інерційності досліджуваних процесів. Одним з таких методів є метод екстраполяції рядів динаміки, який ґрунтується на застосуванні полінома виду [5]:

$$y_x = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_nx^n. \quad (2)$$

Прогноз на $x + t$ період визначається за формулою:

$$y_{x+t} = \frac{B_0 + \sum_{n=1}^i B_n [(x+t)^n - x^n]}{2[(x+t) - x]}, \quad (3)$$

де i – прийнята міра полінома (1–3).

Одним з відомих і ефективних методів є метод експоненціального згладжування, що ґрунтується на ряді Тейлора.

Для інженерних розрахунків рекомендується [7] застосування двох членів ряду:

$$s_t^1(x) = ax_t + (1 - \alpha)s_{t-1}^1(x), \quad (4)$$

$$s_t^2(x) = as_t^1(x) + (1 - \alpha)s_{t-1}^2(x), \quad (5)$$

де $s_t^1(x)$, $s_t^2(x)$ – нове усереднене значення функції відповідно для першого і другого членів ряду;

x_t – останнє відоме значення функції;

s_{t-1}^1 , $s_{t-1}^2(x)$ – попереднє усереднене значення функції відповідно першого і другого порядків;

α – коефіцієнт згладжування.

При нестійкій тенденції зміни процесів [7] рекомендується метод ковзного середнього:

$$W_{rk}^{(n)} = \sum_{i=1}^n \frac{y_l}{n}, \quad (6)$$

де y_i – значення досліджуваного параметра в i -му періоді;

n – кількість періодів, включених в розрахунок;

k – початковий період розрахунку;

l – період, для якого виконується розрахунок.

Відомі інші методи прогнозування часових рядів: модель лінійного фільтру, моделі авторегресії та ін. Очевидно, що при незадовільних результатах прогнозування по наведених вище методах необхідно випробувати інші моделі.

Але на етапі вибору математичних моделей априорі не представляється доцільним обтяжувати роботи математичними викладенням усіх відомих методів прогнозування.

У подальшому при аналізі наведених методів прогнозування були отримані різні результати, на основі яких були виділені моделі з числа наведених і деяких інших, які дають найбільш точні прогнози даних процесів.

Мережа автосервісу у вигляді єдиного віртуального підприємства дозволяє розробити критерій вибору найбільш прийнятних видів спеціалізації майбутнього підприємства. Але ці викладення відносилися до підприємств, що здійснюють поточний ремонт автомобілів і супутнє ТО. Між тим подальший розвиток автосервісу, що припускає обов'язкове регламентоване ТО разом з поточним ремонтом, утрудняє розрахунки на стадії проектування по певній частці робіт по кожному виду дії. Що стосується автотранспортних підприємств, то для них розроблені диференційовані нормативи трудомісткості, як для зони поточного ремонту, так і для дільничних робіт.

У зв'язку з цим для кожного нового створюваного підприємства комплексного автосервісного обслуговування важливо знати, який обсяг (частка) робіт відноситиметься до ТО і окремо до поточного ремонту. Для цього користуються нормативною базою [8], яка

дозволяє розраховувати показники нового підприємства за нормативними даними. Інакше кажучи, для комплексного підприємства необхідно визначити частку обсягу робіт кожного виду дій за умови, що технічне обслуговування кожного виду виконується в повному обсязі і нормативною періодичністю з урахуванням коефіцієнтів корегування.

Отже, відомими вважаються $l_{\text{ТО-1}}$, $l_{\text{ТО-2}}$ – періодичності ТО-1 і ТО-2 відповідно, $t_{\text{ТО-1}}$, $t_{\text{ТО-2}}$ – трудомісткості ТО-1 і ТО-2 відповідно, а також питомі нормативи трудомісткості робіт поточного ремонту $t_{\text{пр}}/1000$ км. На першому етапі зводять трудомісткості виконання ТО-1 і ТО-2 до 1000 км пробігу аналогічно нормативам на поточний ремонт:

$$t_{\text{ТО-1,num}} = \frac{t_{\text{ТО-1}}}{l_{\text{ТО-1}}}; \quad (7)$$

$$t_{\text{ТО-2,num}} = \frac{t_{\text{ТО-2}}}{l_{\text{ТО-2}}}. \quad (8)$$

Сумарна питома трудомісткість робіт по усіх видах дії визначається як:

$$t_{\text{num}} = t_{\text{ТО-1,num}} + t_{\text{ТО-2,num}} + \frac{t_{\text{пр}}}{1000}. \quad (9)$$

Звідки частка обсягу робіт кожного виду дії становить:

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{пр}}}{1000 \cdot T_{\text{num}}}; \quad (10)$$

$$\delta_{\text{ТО-1}} = \frac{t_{\text{ТО-1,num}}}{T_{\text{num}}}; \quad (11)$$

$$\delta_{\text{ТО-2}} = \frac{t_{\text{ТО-2,num}}}{T_{\text{num}}}. \quad (12)$$

У свою чергу визначивши частку обсягу робіт по поточному ремонту $\delta_{\text{пр}}$, стає можливим визначити відповідні частки по кожному виду спеціалізації робіт.

В подальшому для визначення окремих характеристик та інших вихідних даних підприємства автосервісу (ПА), як системи масового обслуговування (СМО) можуть бути формули (13)–(19), якими описується математична модель розімкненої СМО, яка передбачає необмежений час очікування і взаємодопомогу виконавців. Формально ця модель не відповідає реальним процесам, але на моменти фотографування стану системи, вони адекватно описують стан усієї мережі автосервісу, оскільки усі взаємні переміщення автомобілів відбуваються усередині однієї системи (мережі автосервісу).

Головною перевагою цієї моделі перед іншими (при достатній адекватності) є її простота, яка дозволяє розрахувати середній коефіцієнт завантаження ψ як одного, так і сукупності підприємств за статистичною інформацією, збір якої не представляє складнощів. Згідно з розрахунковими формулами для прийнятої моделі при відомому значенні ψ можливо розрахувати різні показники: у тому числі загальну сумарну кількість автомобілів в черзі і на постах, а також середню довжину черги автомобілів:

$$M_C = \frac{\psi}{1-\psi}, \quad M_A = \frac{\psi^{n+1}}{1-\psi}, \quad (13)$$

де n – число постів ремонту автомобілів на ПА.

Якщо значення M_C відоме, що шукане значення ψ можна визначити, вирішивши це рівняння відносно коефіцієнта завантаження:

$$\psi = \frac{M_C}{1 + M_C}. \quad (14)$$

Таким чином, для визначення коефіцієнта завантаження достатньо зібрати інформацію про кількість автомобілів на ПА по усереднених значеннях. Для більшої достовірності

результатів експерименту проводилося порівняння значень середньої довжини черги за статистичними даними і розрахунковими величинами за формулою (13).

Для встановлення інтенсивності потоків заявок $\lambda_{ОБС}$ обслужених автомобілів використовується формула:

$$\psi = \frac{\lambda_{ОБС}}{\nu \cdot n} = \frac{\lambda_{ОБС} \cdot t_{сер}}{n}, \quad (15)$$

де $t_{сер}$ – середня тривалість обслуговування (ТО або ремонту).

У свою чергу для виявлення $t_{сер}$ використовувалися нормативи трудомісткості виконання операцій $t_{Н,ПР}$, які при відомій чисельності виконавців на посту P_P давали величину:

$$t_{сер} = \frac{t_{Н,ПР}}{P_P}. \quad (16)$$

Обчисливши таким чином величину середньої тривалості обслуговування, є можливість за формулою (15) розрахувати інтенсивність потоку заявок обслужених автомобілів:

$$\lambda_{ОБС} = \frac{\psi \cdot n}{t_{сер}} \quad (17)$$

Для розрахунку загального числа автомобілів, що поступають на ПА використовувались ймовірності відходу автомобілів, отримані з розрахункових формул СМО з обмеженим числом m заявок в черзі. При використанні цих формул було прийнято, що середнє число автомобілів в черзі M_A (закруглене до цілого значення) рівне допустимому числу очікуючих автомобілів m .

Тоді є можливість обчислення середнього числа автомобілів, що покинули ПА:

$$\lambda_0 = \lambda_{ОБС} \cdot P_{n+m} = (\lambda_0 + \lambda_{ОБС}) \cdot P_{n+m}, \quad (18)$$

звідки:

$$\lambda_0 = \frac{\lambda_{ОБС} \cdot P_{n+m}}{1 - P_{n+m}}. \quad (19)$$

Таким чином, застосовуючи комбінований спосіб збору і обробки інформації, стає можливим отримання усіх початкових даних, необхідних для розрахунку показників створюваного автосервісного підприємства. Для перевірки достовірності отримуваних величин комбінованим методом використовуються результати аналізу цих же величин отриманих виключно шляхом спостережень. Застосування формул (13)–(19) дає можливість перейти до розрахунку показників ПА при різних формах організації роботи по комплексу аналітичних моделей формування і функціонування ПА.

1. Ковшова І. О. Маркетинговий менеджмент : теорія, методологія, практика : монографія. Київ, Вид-во ФОП Вишемирський В. С., 2018. 516 с.

2. Маркетинговий менеджмент : навч. посіб. / О. С. Борисенко та ін. Київ : НАУ, 2022. 204 с.

3. Сенишин О. С., Кривешко О. В. Маркетинг : навч. посібник. Львів : Львівський національний ун-т ім. Івана Франка, 2020. 347 с.

4. Володарський Є. Т., Кошева Л. О. Статистична обробка даних : навч. посіб. Київ : НАУ, 2007. 350 с.

5. George E. P. Box, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel. Time Series Analysis: Forecasting and Control. 4th Edition. Wiley, Oxford. 2008. 784 p.

6. Thomas L. Saaty, Kevin P. Kearns. Analytical Planning: The Organization of System. RWS Publications, 1991. 208 p.

7. Galym Mutanov. Mathematical Methods and Models in Economic Planning, Management and Budgeting. Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 2011. 356 p.

8. Про затвердження Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту : наказ Міністерства транспорту України від 30 березня 1998 р. № 102 року. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0268-98> (дата звернення: 22.10.2023).

УДК 633.853

ДО ПИТАННЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛІВ

Ігор Хітров

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

Головне призначення гальмівної системи – безпечно і надійно сповільнювати автомобіль, незалежно від його швидкості. Гальма також повинні утримувати транспортний засіб нерухомим, коли водій відсутній і коли автомобіль знаходиться на схилі. Активні системи безпеки автомобіля, такі як антиблокувальна система (ABS) або антипробуксовочна система (TCS), доповнюють гальмівну систему і призначені для утримання автомобіля в стабільному стані в критичних ситуаціях [1].

Сучасний автомобіль неможливий без електронних систем керування, об'єднаних у мережу через шину даних і взаємодіючих один з одним, і дуже часто вимірюється двозначними числами. Потужні електронні блоки керування відкривають абсолютно нові можливості, коли йдеться про безпеку та комфорт. безпеки та комфорту. Складні системи (наприклад, ABS, ESP, асистенти паркування та ін.) можуть бути можна відносно легко вбудовані у структуру автомобіля.

Такий розвиток повністю змінив роботу механіків. Минули ті часи, коли усунення несправностей залежало виключно від спеціальних знань, гайкового ключа і викрутки. Сьогодні глибокі системні знання, новітнє програмне забезпечення для автосервісу та потужна система діагностики є основою для ремонту сучасних автомобілів. Це дозволяє швидше знаходити несправності або активувати інші сервісні функції [2].

Основні етапи діагностики гальмівної системи включають: візуальний огляд; перевірка товщини гальмівних колодок; перевірка рівня гальмівної рідини; перевірка гальмівних дисків/барабанів; перевірка гальмівних шлангів і трубок; перевірка гальмівного зусилля, тестування системи; прокачування гальм та ін.

Важливим елементом стаціонарного поста діагностування гальмівної системи автомобілів є гальмівний стенд. Він призначений для вимірювання і оцінки технічного стану гальмівної системи тестового автомобіля, а також проведення допоміжних операцій.

Стенд включає (рис. 1) блок привідний 3 для установа мостів при перевірці гальм і сили тяги, блок опорний 2 для установки передніх ведучих мостів, які не відключаються (повного приводу), пристрій 6 для довантаження задніх мостів, пульт керування 5, і системою відсмоктування відпрацьованих газів з вентилятором 4. Стенд має додатковий пульт дистанційного керування, що дозволяють діагностові керувати стендами з будь-якої робочої зони поста і з кабіни автомобіля. Навантажувально-привідний пристрій стенда 1 – електродвигун з двоступеневим редуктором.

Система вимірює результуючу силу, що визначається мотор-редукторною групою, яка передається від роликів до електрочутливих датчиків. Дані, отримані передавачами, контролюються електронною системою управління і надсилаються до центрального процесора (в спеціальне програмне забезпечення). Інформація збирається, обробляється і відображається комп'ютером в режимі реального часу. Кінцевим результатом є звіт, який показує, чи знаходяться параметри автомобіля в межах рекомендованого діапазону.

Асортимент діагностичних систем дуже широкий: від діагностичних модулів, які підключаються до персонального комп'ютера, до сенсорних і портативних пристроїв. Багато пристроїв оснащені інтерфейсом Bluetooth для бездротової передачі даних.

Система діагностування блоків керування доповнюється спеціалізованим програмним пакетом, який містить програмне забезпечення, сервісну інформацію, інструкції з усунення

несправностей, контрольні значення параметрів, технічні дані автомобіля, електричні схеми тощо.

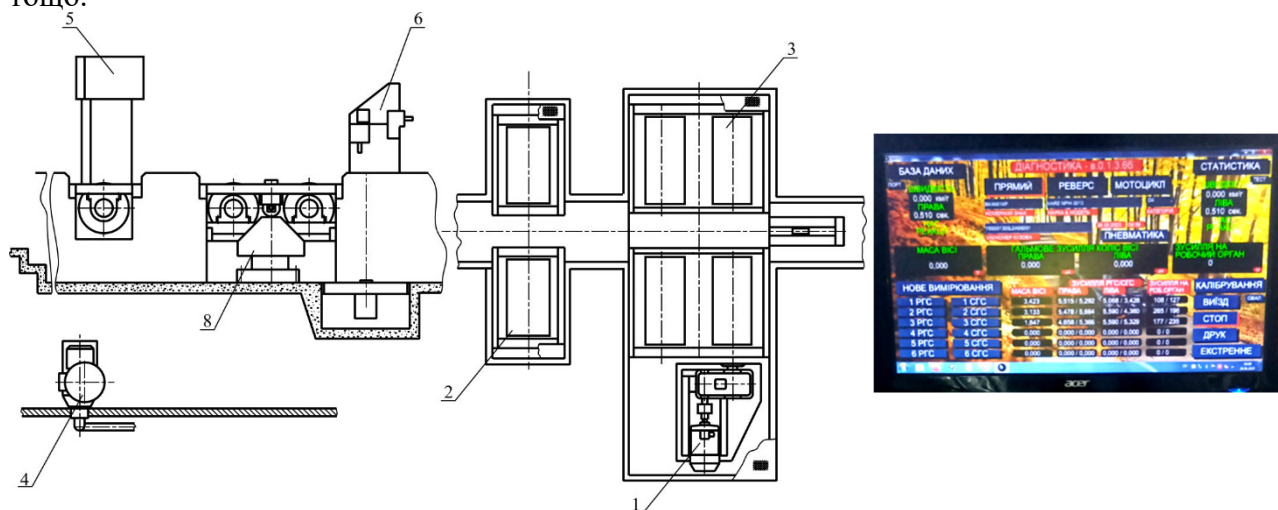


Рис. 1. Діагностичний стенд для перевірки гальмівної системи автомобіля

Наприклад, за допомогою програмного забезпечення така система діагностування зчитує дані з датчиків і надає інформацію про величину зносу гальмівних колодок, що значно скорочує час на виконання такої операції і підвищує точність (рис. 2).

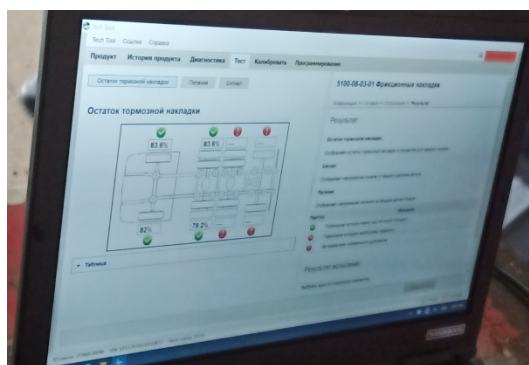


Рис. 2. Програмне визначення величини зносу гальмівних колодок вантажного автомобіля

Окрім того, автовиробники зобов'язані надавати інформацію про технічний ремонт на своїх онлайн-порталах незалежним автомайстерням, а також забезпечувати їх необхідними засобами для перепрограмування блоків управління. У цьому контексті можуть використовуватися тільки діагностичні системи з допуском Євро 5. Це пристрої, які вже мають так званий «Pass-Thru» інтерфейс. Цей інтерфейс є комунікаційним драйвером, який використовується при перепрограмуванні блоків керування. Ці системи діагностики блоків керування можуть встановлювати останню версію програмного забезпечення з інтернет-порталу виробника в блок керування транспортного засобу за необхідності.

Таким чином, діагностування сучасних гальмівних систем автомобілів повинно доповнюватися спеціалізованим програмним забезпеченням і оснащенням для його здійснення.

1. Хітров І. О., Кристопчук М. Є., Никончук В. М. Експлуатаційні властивості транспортних засобів. Рівне : НУВГП, 2022. 176 с. URL: https://ep3.nuwm.edu.ua/24432/1/EVTZ_%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80_zah.pdf. (дата звернення: 08.10.2023).

2. Brake. My-cardictionary : вебсайт. URL: <https://www.my-cardictionary.com/brake.html> (дата звернення: 08.10.2023).

УДК 339.13.017: 629.33/36

ОЦІНКА РИНКУ НОВИХ АВТОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ

Олександр Шеруда, Володимир Пахаренко

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

Не зважаючи на війну та паливну кризу, українці не перестають купувати автомобілі. За травень 2022 року автопарк України збільшився на 2500 нових легкових автомобілів, що у два рази більше, ніж у попередньому місяці. Також, слід зазначити, що це на 70% менше, ніж травневий результат минулого року [3].

З початку 2023 року українці придбали та зареєструвати три тисячі нових легкових автомобілів. Січень 2023 року став менш активним у придбанні та реєстрації нових авто. Порівняно із аналогічним періодом минулого року це на 44% менше. Навіть якщо порівняти із показниками минулого місяця, то помітимо зменшення на 23%.

У 2022 році в Україні було зареєстровано 37,9 тис. нових легкових автомобілів. У першому кварталі 2023 року в Україні було зареєстровано 11,2 тисяч нових легкових автомобілів. Ці показники майже відповідають цифрі за 2022 рік.

Війна, енергетичний терор «московитів» та паливна криза 2022 року суттєво вплинули на результати продажів нових автомобілів: у порівнянні з 2021 роком спостерігаємо падіння на 61%. Проте наприкінці року ситуація почала потрохи вирівнюватися. Лідер ринку – TOYOTA. Друге місце посідає VOLKSWAGEN, SKODA на третьому місці. MERCEDES-BENZ і BMW на четвертому та п'ятому місцях відповідно.

У лютому 2023-го на ринку можна було помітити позитивні сигнали щодо відновлення показників продажу. Завдяки зусиллям усіх менеджерів вдалося реалізувати майже 3,8 тис. нових легкових авто. Що є на 7% більше, ніж показники за січень 2023-го. Перше місце посіла TOYOTA (рисунок). Друге місце за VOLKSWAGEN, на користь якого зараз працюють постачання електромобілів з китайського ринку. На третій позиції – RENAULT, четверта – SKODA, на п'ятому місці BMW [2].

**Топ 10 Автомобільних брендів в Україні за продажами
на первинному ринку**

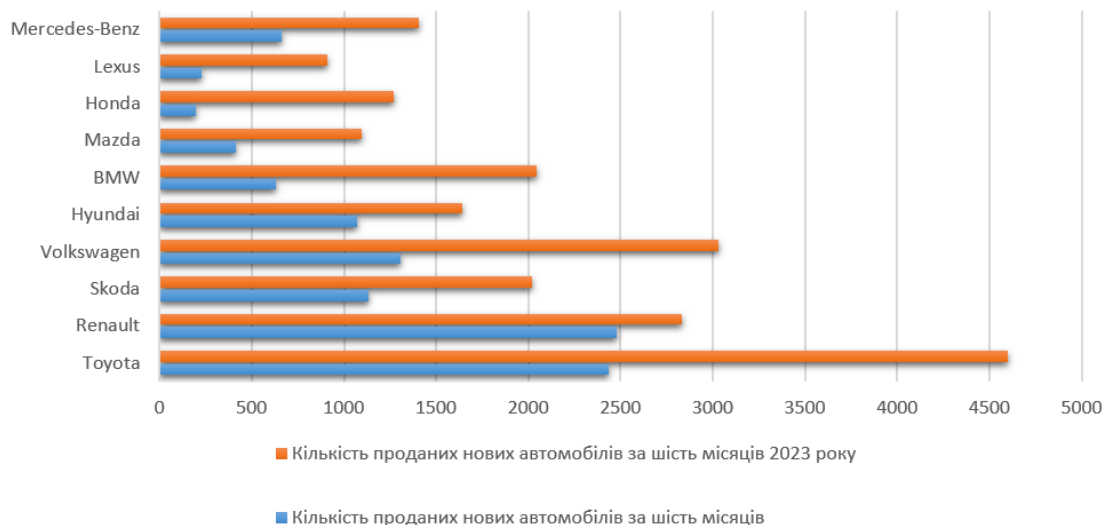


Рисунок. Ринок автомобілів

Паливна криза весни 2022 року сприяла популяризації та зростанню продажів електромобілів, навіть попри труднощі із постачанням електроенергії після терористичних обстрілів України. Електромобілі з Китаю виходять на європейський та український ринки та поступово посідають дедалі вагоміші позиції. Цьому сприяють як відношення характеристик до вартості, так і широкий модельний ряд від різноманітних брендів. У січні 2023 року на електроавтомобілі припадало 18% ринку нових автомобілів. Найпопулярніша модель – VOLKSWAGEN ID.4 з китайського ринку. Друге місце у HONDA M-NV (DongFeng M-NV/X-NV), третє – у TESLA Model Y [2].

Загалом продаж автомобілів в Україні зріс на 50% у першій половині 2023-го року. Ринок впритул наближається до довоєнних показників. За період січень-червень 2023 українці придбали 29 314 нових легкових автомобілів, сумою на майже 1 мільярд доларів США (зростання на 85%). Кількість проданих авто на майже на 58% більша, ніж у першій половині 2022-го року. Середня ціна нових авто в Україні у першій половині 2023-го близько 33 000 євро. Ще одна особливість першого півріччя 2023-го року є вагома частка проданих авто преміум класу, що сягнула показників у 20%, хоча минулого року була на рівні 14–15% [1].

1. Кількість проданих автомобілів у травні. *UkrAutoprom* : вебсайт. URL: <https://ukrautoprom.com.ua/vasha-povsyakdennist-z-povnistyu-elektrychnoyu-opel-mokka-e> (дата звернення: 08.10.2023).

2. Володимир Боришкевич. Авторинок під час війни: які автівки найчастіше купують українці і що пропонують дилери. *ThePage* : вебсайт. URL: <https://thepage.ua/ua/auto/stan-avtorinku-v-ukrayini-2023-top-marok-cini-ta-prodazhi>(дата звернення: 08.10.2023).

3. Ігор Орел. Це буде фантастичний результат». Продажі авто в Україні поповзли вгору – українці за пів року купили нових машин на \$1 млрд. Що штовхає ринок. *Forbes* : вебсайт. URL: <https://forbes.ua/money/tse-bude-fantastichniy-rezultat-prodazhi-avto-v-ukraini-popovzli-vgoru-ukraintsi-za-pivroku-kupili-novikh-mashin-na-1-mlrd-shcho-shtovkhae-rinok-11072023-14729> (дата звернення: 08.10.2023).

Наукове видання

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ ТЕЗ

V Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції
«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ МАШИНОБУДУВАННЯ
ТА ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ
СИСТЕМ»

25–27 жовтня 2023 р.

Матеріали тез доповідей друкуються в авторській редакції.

*Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, поданої в роботах,
та залишає за собою право не погоджуватися з думкою авторів на викладені проблеми.*

*Відповідальний за випуск
Комп'ютерна верстка
Технічний редактор*

*В. М. Никончук
І. О. Хітров
Г. Ф. Сімчук*

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

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*