VІІ Міжнародна науково-технічна конференція

«НАУКОВО-ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ АВТОМОБІЛЬНОЇ І ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНЬОЇ ГАЛУЗЕЙ»

(VІІ International scientific and technical conference «SCIENTIFICALLY APPLIED ASPECTS OF TRANSPORT AND ROAD INDUSTRIES»)

**Подані матеріали конференції повинні містити такі необхідні елементи:**

— постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;

— аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена теза;

— формулювання цілей (постановка завдання);

— виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;

— висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Матеріали конференції повинні бути підготовлені українською або англійською мовами на аркуші формату А4 з інтервалом 1,0 і берегами 2,0 см з кожного боку. Бажано, щоб остання сторінка займала **повний аркуш**.

Підготовка статті здійснюється в текстовому редакторі MS WORD for WINDOWS, шрифт Times New Roman, 11 пт. У абзаців має бути відступ 1,25 см.

**Розміщення тексту.**

У верхньому лівому кутку потрібно вказати індекс УДК або відповідний індекс міжнародного кодування (великими літерами, шрифт 11, вирівняти по лівому краю).

Через 1 інтервал – ім'я та прізвище автора(ів). Шрифт 11. В наступному рядку місце роботи автора(ів). Шрифт 11, Курсив.

Заголовок великими літерами, вирівнювання по середині. Шрифт 11. Жирний.

Через 1 інтервал – анотацію українською та англійською мовами поданих матеріалів конференції. Шрифт 11. Курсив. Анотація (від 400 до 800 символів) має відображати актуальність теми і новизну інформації, містити стисле викладення рішення поставлених задач. Ключові слова подаються з наступного рядка.

Через 1 інтервал – текст матеріалів конференції з інтервалом 1; Шрифт 11.

Після тексту подаються бібліографія та відомості про авторів.

**Приклад відомостей про авторів.**

*ОНИЩУК Василь Петрович* – к.т.н., доцент, завідувач кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: [v.onyshchuk@lntu.edu.ua](mailto:v.onyshchuk@lntu.edu.ua).

*Vasyl ONYSHCHUK* – Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University

Таблиці в тексті мають бути виконані в Word.

Скановані малюнки виконувати з роздільною здатністю не менше ніж 300 dpi. Ілюстративний матеріал і таблиці повинні мати нумерацію і назву.

Сторінки матеріалів конференції не нумеруються. Посилання на використані джерела подаються у квадратних дужках, зазначається порядковий номер цитованого джерела.

Матеріли конференції надсилаються в електронному вигляді у форматі MS Word на електронну адресу: [konferenlutsk@gmail.com](mailto:konferenlutsk@gmail.com)

**Матеріали, що не відповідають тематиці конференції та зазначеним вимогам, не видаватимуться!!!**

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТЕЗ подано на наступній сторінці.

УДК

В.П. Онищук, М.М. Бурдель, Ю.С. Фічук

*Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна*

**БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ**

*Спосіб транспортування є важливим фактором при плануванні процесу перевезення. Крім витрат, при визначенні виду транспортування необхідно оцінити терміновість відправлення, вартість товару, що відправляється, а також розмір і вагу товару. Спробуємо оцінити переваги і недоліки різних способів і видів перевезень та навести можливі шляхи їх покращення на основі впровадження інтелектуальних транспортних технологій та екологічно орієнтованого підходу.*

***Ключові слова****: оптимізація, міжнародні перевезення, планування маршрутів, температурні режими перевезення вантажів.*

*The method of transportation is an important factor in planning the transportation process. In addition to costs, when determining the type of transportation it is necessary to assess the urgency of departure, the cost of the goods being sent, as well as the size and weight of the goods. We will try to assess the advantages and disadvantages of different methods and types of transportation and identify possible ways to improve them through the introduction of intelligent transport technologies and environmentally friendly approach.*

***Key words****: optimization, international transportations, route planning, temperature modes of cargo transportation.*

Автомобільні вантажоперевезення і судноплавство складають близько 40% транспортних викидів, і є галузями процес електрифікації в яких займе тривалий час.

В процесі оптимізації перевезень комерційних вантажів можна виділити три ключові проблеми:

* зменшення холостого пробігу транспорту;
* оптимізація маршрутів;
* раціональні температурні режими при перевезенні швидкопсувних вантажів.

Сучасні комерційні вантажні перевезення, на суші, морем або в повітрі мають шляхи до покращення ефективності транспортного процесу. Сьогодні значна кількість енергії використовується для живлення порожніх вантажівок або частково порожніх контейнерів. Це пов'язано з тим, що комерційні вантажні компанії не мають систем або ринків, щоб об'єднати різні клієнтські замовлення в одному транспортному засобі та/або забрати додаткові вантажні одиниці на зворотному шляху. Неефективність також виявляється в тому, як завантажені контейнери – будь то через погане планування завантаження або поганий дизайн упаковки…

20-40% відстаней дорожніх перевізників проходять без навантаження. Якщо перевізники ліквідують ці «порожні кілометри», вони можуть досягти скорочення на 6,4-12,8% всіх еквівалентних вантажних тонно кілометрів. Тільки в США 72 мільйони метричних тонн CO2 викидаються щороку через «порожні кілометри». Це близько 4% транспортних викидів у США.

Проблема порожніх миль менш гостра, але все ж значна для морських вантажоперевезень. За даними xChange, близько 70% морських вантажів контейнерується, а близько 33% контейнерів рухається порожніми.

Кількість онлайн-покупців, які роблять хоча б одну покупку за два місяці, зросла на 6-10% під час пандемії. З ростом онлайн-покупок все частіше відправляються невеликі і розрізнені пакети, що призводить до більш складної упаковки і маршрутів. Якщо перевізники не зможуть оптимізувати ці поставки, транспортні засоби матимуть більше вільного місця. За даними DHL, близько 24% обсягу посилок електронної комерції – це порожній простір.

Багато вантажних операторів все ще використовують брокерський ринок на основі телефону, підбираючи єдині вантажні місця для клієнтів. Там, де вантажні брокерські компанії вийшли в інтернет, все ще не прийнято використовувати складні алгоритми для забезпечення завантаження повної вантажівки, тому що це подовжує процес виконання замовлень і призводить до того, що транспортні засоби витрачають більше часу на доставку товару.

Вантажний бізнес побудований на особистих відносинах між вантажними брокерами, вантажовідправниками і перевізниками. Вантажовідправники можуть продовжувати працювати з брокерами на довірі, навіть якщо це призводить до холостих пробігів.

Компанії в основному націлені на повне завантаження транспортних засобів. Деякі компанії надають послуги з меншим завантаженням, хоча це складніше завдання.

Зіставлення вантажовідправників з перевізниками часто здійснюється вручну брокерськими фірмами, але вантажовідправники шукають більше електронні способи відправлення вантажів і підвищення прибутку, оскільки брокерські комісії можуть складати від 15% до 20%. Цифрові вантажні брокерські компанії зменшують холостий пробіг, співставляючи попит і пропозицію. Це допомагає знизити операційні збори, усуваючи посередників.

Цифрові платформи можуть бути більш прозорими і простішими у використанні, ніж координація відправлень по телефону, електронною поштою та факсом. Цифрові вантажні брокери зазвичай зосереджуються на повному завантаженні транспортного засобу при перевезеннях, але деякі також вирішують поставки менш ніж навантаження (LTL). Незважаючи на те, що ця інновація досягла успіху, вантажна галузь повільно змінюється, і постачальники технологій потрапили в проблеми з відсутністю цифрової культури та труднощами в оптимізації часткового завантаження транспортних засобів.

Перевізники і вантажовідправники часто мають давній бізнес відносини з вантажними брокерами, і це сформована довіра може перешкодити їх переключенню на цифрову платформу. Це перешкода в залучення користувачів і створення мережевого ефекту зробило б платформу цінною та зменшило б ціни на доставку.

Оптимізація збірних вантажів: такі поставки часто мають різні кінцеві пункти призначення в одній і тій же околиці, що робить оптимізацію обчислювально важкою.

Час простою вантажівки збільшує споживання палива, викиди та експлуатаційні витрати. Холості пробіги й очікування трапляються, коли транспортні засоби перебувають у заторі, завантажуються або утримують свій двигун увімкненим, щоб регулювати внутрішню температуру (навіть коли стоять). За даними Smartrak, час простою становить близько 25% часу експлуатації автомобіля. Міністерство енергетики США підрахувало, що середня важка вантажівка спалює 3,028 літри палива щогодини на холостому ходу, і щорічно простоює близько 1800 годин.

Вантажівка на холостому ходу щороку лише в США споживає 5450.99 літрів палива, що призводить до викидів близько 15 метричних тон вуглецю. Це також проблема морського транспорту. За оцінками PortXchange, близько 30% світових перевезень затримується в портах або між портами. Зменшення холостого ходу може вплинути на ефективність обох видів перевезень і питання викидів. Це може включати платформи для обміну інформацією, штучний інтелект, щоб мінімізувати очікування, або програмне забезпечення для моніторингу руху транспортного засобу.

Цифрові рішення для оптимізації планів навантаження вимагають високоякісних даних про вантажі в режимі реального часу.

Щоб оптимізувати плани навантаження між мультимодальними перевізниками, цифровій платформі знадобиться участь усіх учасників ринку перевезень, які беруть участь у ланцюжку поставок. Якщо тільки один учасник не використовує технологію для оптимізації завантаження, підвищення ефективності втрачається нижче за ланцюгом поставок.

Швидкість доставки перевершує оптимізацію інтервалів: продукти зазвичай поміщаються в коробки стандартних розмірів, щоб швидко упаковувати, переміщати та відправляти товари. Хоча спеціальні форми та розміри коробок заощаджують простір, оскільки швидкість доставки дуже важлива для клієнтів, вантажовідправники не мають пріоритету оптимізувати наповнення та пакування, якщо це затримує доставку.

Впровадження електронних міток для відстеження товарів до точки доставки. Наприклад, Troverlo розробив тег IoT розміром 7x7 мм, який може записувати дані в хмарі.

Оптимізація навантаження може знизити викиди, а компанії з чіткою програмою сталого розвитку сприятимуть оптимізації ланцюга поставок. За даними DHL, Азіатсько-Тихоокеанський регіон домінує у споживанні упаковки за витратами, що становить 44% у 2018 році. Очікується, що в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні та Африці цей показник буде зростати на 4,5% щорічно (порівняно з 1% в Європі та Північній Америці). Компанії з азіатськими ланцюгами поставок (більшість споживчих товарів) повинні націлити на оптимізацію навантаження на цих ринках.

Машинне навчання для швидкого прийняття рішень щодо упаковки. Інтегруючи дані про продукт і відгуки клієнтів про упаковку, машинне навчання може допомогти спростити прийняття рішень щодо упаковки в масштабі.

Різні варіанти упаковки: не всі продукти потрібно упаковувати в коробки, і замість цього їх можна відправити поштою (м’якими конвертами).

Обсяги повернення зростають, оскільки покупки в Інтернеті переміщуються, що робить зворотну логістику все більш важливою задачею. За оцінками Mobisoft, прибуток коштує 642 мільярди доларів у всьому світі, причому на США припадає 57%. За даними Happy Returns, показники повернення збільшуються до 15-40% для покупок в Інтернеті, на відміну від 5-10% товарів, куплених в магазині. Роздрібні торговці витрачають зайві витрати на традиційну зворотну логістику, для якої віддача зазвичай означає втрату прибутку і виграш для звалищ. Стартапи використовують штучний інтелект і програмне забезпечення, щоб допомогти роздрібним продавцям сортувати, обробляти та перепродавати повернення. Це допомагає скоротити холості пробіги за рахунок оптимізації повернення, а також розвантажує сміттєзвалища. Роздрібні продавці послаблюють політику повернення, щоб залишатися конкурентоспроможними в Інтернеті, що робить кількість сценаріїв повернення високою. Удосконалення машинного навчання та прогнозної аналітики будуть важливими для розуміння цих сценаріїв та підтримки ефективного управління доходами.

У той час як більшість миль, пройдених вантажними вантажними автомобілями, припадає на основні автомагістралі, 53% витрат на доставку вантажу припадає на останні кілометри, де міські дороги та завантаження (розвантаження) у кількох точках ускладнюють планування маршрутів. Неефективні поїздки означають більше пробігу, ніж необхідно для транспортування вантажів до кінцевого пункту призначення, що призводить до збільшення викидів. Спланувати найефективніший маршрут вручну є складною та нетривіальною задачею. Ця проблема є актуальною з двох причин: якщо технологічні інновації, запропоновані вище, будуть прийняті, інтермодальний транзит і реверсна логістика ускладнять оптимізацію поїздок, а міста все частіше впроваджують зони з нульовими викидами та намагаються зменшити доступ до вантажних автомобілів. Це зробить оптимізацію (і зменшення рівня викидів вуглецю) при доставках, на останній кілометр ще важливішою.

Оператори автопарку мають доступ до даних телематичних систем щодо швидкості та розташування, а також можуть отримати доступ до безкоштовного планування маршрутів із картографічних програм, таких як Google. Однак вони не підтримують поїздки, на які впливають такі змінні, як часові вікна для доставки, терміни доставки в той же день, погода, затори та доступність клієнтів. Операторам необхідно створити або придбати це програмне забезпечення як додаткову послугу.

Це може бути можливим для відомих компаній-партнерів, але для невеликих перевізників наявних фінансових або людських ресурсів може бути недостатньо. Зростання онлайн-покупок збільшує обсяги поставок, додаючи до обмежень, які необхідно врахувати в оптимізаційних моделях. Ці змінні експоненціально збільшують обчислювальну потужність і час, необхідні для оптимізації маршрутів.

Логістичні компанії не володіють суперкомп'ютерами, ані великими командами вчених даних. А рентабельність повністю оптимізованого плану маршруту недостатньо значна, особливо для невеликих автопарків, щоб інвестувати в це. Наприклад, подорож з 10 зупинками може мати понад 300 000 маршрутів туди й назад, а з 15 зупинками це збільшується до понад 87 мільярдів.

Маршрути з великою кількістю зупинок є найскладнішими. Доставка на останніх кілометрах зазвичай є найдорожчою та найтривалішою частиною подорожі. На останні кілометри припадає понад 50% загальних витрат на доставку, тоді як на лінійні перевезення (переміщення вантажів між містами) припадає близько 40%.

Більшість автопідприємств використовують статичну оптимізацію маршруту, коли подорож планується перед відправленням транспортного засобу. Підприємства з невеликим парком транспортних засобів навіть планують маршрути вручну. Щоб оптимізувати подорожі, деякі великі підприємства переходять на динамічні моделі, які використовують штучний інтелект і дані в реальному часі для маршрутизації та перемаршрутування. Це зменшує пройдений шлях. Стартапи, такі як Routific, і компанії, включаючи UPS і Fedex, розробляють інструменти оптимізації маршрутів. Динамічні моделі вимагають більше даних і обчислювальної потужності зі збільшенням кількості змінних, таких як переваги водія, часові обмеження, затори та погода. Консолідація послуг на хмарних ринках може допомогти стартапам отримати доступ до клієнтів і даних. Квантові обчислення та обробка природної мови будуть корисними для просування аналітики в програмному забезпеченні оптимізації маршрутів.

Останні кілометри перевезень комерційним транспортом є найдорожчими і часто найскладнішими. Поведінка/помилки споживачів, збільшення густоти міст і очікування покупців щодо швидкої доставки/доставки в той же день додають змінні до вже складних проблем оптимізації останньої милі. Це робить останні кілометри перевезень комерційним транспортом більш технічно складною та дорожчою для оптимізації. Інновації включають альтернативні види транспорту, такі як дрони або роботи, ефективні комунікаційні платформи та нові бізнес-моделі для забезпечення доступності.

Прогнозна аналітика може допомогти фірмам зрозуміти майбутні вимоги, підвищити ефективність операцій та скоротити час доставки.

Ефективне керування холодовим ланцюгом при виконанні перевезень є важливим для чутливих до температури продуктів, таких як ліки та продукти харчування. Холодильники у вантажівках або кораблях працюють на спалюванні викопного палива, а на охолодження швидкопсувних товарів припадає близько 3,5% глобальних викидів парникових газів. Рефрижераторні вантажі в дорозі погано контролюються, оскільки датчикпми вологості та температури обладнані не всі рефрежиратори. У моменти переходу, а також коли транспортний засіб стоїть на місці, температура може підскочити, що означає, що всі вантажі можуть зіпсуватися, що призведе до фінансових втрат (і втрати навколишнього середовища). Вирішити цю проблему важко, оскільки ефективний холодильний ланцюг може бути дорогим, а альтернатив низьковуглецевого охолодження мало.

Є дві проблеми зі стійкістю холодового ланцюга. По-перше, охолодження вантажів у дорозі майже повністю здійснюється за допомогою дизельного палива з бака автомобіля. По-друге, погано керована інфраструктура холодового ланцюга призводить до надмірного використання енергії та зіпсованих товарів.

Їжа на 1,2 трильйона доларів щороку йде у відходи, причому погане управління холодильним ланцюгом є ключовим фактором. А фармацевтична промисловість зазнає збитків у розмірі близько 35 мільярдів доларів щороку через збої в логістиці, що контролюється температурою. Однак без холодного ланцюга втрати сільськогосподарської продукції після збирання, особливо на ринках, що розвиваються, є значними.

Близько 70% продуктів харчування переміщується через холодильні ланцюги. Товари особливо вразливі до перегріву або переохолодження в пунктах передачі, коли товари переміщуються зі складу до вантажівок.

Великі вантажівки-рефрижератори використовують окремий двигун, що працює від дизельного палива, для роботи компресора, який підтримує причеп холодним. Однак охолодження на вантажівках малого та середнього розміру зазвичай працює від двигуна автомобіля, тому, коли двигун вантажівки вимкнений, холодильник не працює. Це викликає значні скачки температури для вантажу. Сьогодні в рефрижераторах мало датчиків, тому оператори та вантажовідправники не можуть бачити, як перебуває вантаж під час транспортування.

Різні швидкопсувні продукти вимагають різних параметрів температури та вологості, що ускладнює оптимізацію та обробку.

Крім того, рішення холодового ланцюга не завжди доступні за ціною. А країни мають власні правила поводження зі швидкопсувними товарами, що призводить до правових питань, дотримання та митного оформлення міжнародних вантажів. Навіть якби холодний ланцюг був оптимізований, використовуючи менше енергії, він все одно споживав би велику кількість викопного палива. Немає негайних (доступних) альтернатив спалюванню дизельного палива для живлення холодильників.

Моніторинг холодного ланцюга використовує цифрові технології для збору та обміну інформацією про стан товарів, наприклад, вологість і температуру. Це може підвищити енергоефективність і уникнути втрати швидкопсувних товарів. Оператори можуть переглядати роботу холодильника в режимі реального часу та керувати умовами охолодження. Реєстратори температурних даних наразі використовуються в холодильних ланцюгах, але вони забезпечують лише контрольні сліди після відправлення, не корисні для керування в реальному часі та недостатні для визначення сліпих зон. Це не корисно під час захисту високоцінних продуктів, таких як вакцини. Маючи більше даних, прогнозна аналітика, керована штучним інтелектом, може попереджати про збої холодильної ланцюга (чи то несправності холодильника, чи людські помилки) до того, як вони відбудуться, таким чином усуваючи харчові відходи та зменшуючи непотрібне спалювання викопного палива для переохолодження холодильників.

Охолодження в холодильних ланцюгах зазвичай покладається на дизельне паливо, як під час транспортування, так і при стаціонарному використанні. За даними Бірмінгемського енергетичного інституту, холодильна установка може споживати до 20% дизельного палива автомобіля. До 2025 року в усьому світі може бути до 9,6 мільйонів вантажівок-рефрижераторів, у порівнянні з 2 мільйонами у 2015 році. Зменшення викидів вуглецю холодильним обладнанням передбачає підвищення ефективності електродвигунів та/або використання чистої енергії для живлення холодильників. Це може означати споживання енергії від сонячних панелей на борту автомобіля або попереднє охолодження швидкопсувних товарів перед тим, як їх помістити в транспортний засіб. Ця підвищена потреба в електроенергії в транспортних засобах може сприяти електрифікації трансмісії, але, ймовірно, знадобиться значно більші батареї на транспортному засобі та окремий електродвигун лише для охолоджувального причепа. Попереднє охолодження є альтернативою, але не те, що можуть собі дозволити багато фермерів на ринках, що розвиваються.

1. Кунда Н.Т. Інтеграція транспортної мережі України у міжнародну транспортну систему / Н.Т. Кунда, В.В. Федорчук // Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч.2. – К. : НТУ, 2007. – № 15. – С. 148-151.

2. <https://www.cargo-ukraine.com/mezhdunarodnye-kontejnernye-perevozki-zernovyx-dostoinstva-i-nedostatki/>

3. Christopher, M. Logistics and supply chain management, 4th edition, Pearson, Great Britain. 2011, 276 p.

4. Jean-Paul Rodrigue, Claude Comtua, Brian. Geography of transport systems. New York, 2013, 411 p.

*ОНИЩУК Василь Петрович* – к.т.н., доцент, завідувач кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету

*БУРДЕЛЬ Марія Миколаївна* – студентка групи ТТм-21, Луцького національного технічного університету

*ФІЧУК Юрій Сергійович* – студент групи ТТм-21, Луцького національного технічного університету

*Vasyl ONYSHCHUK* - Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University

*Maria BURDEL* – student of the TTm-21 group, Lutsk National Technical University

*Yuriy FICHUK* - student of TTm-21 group, Lutsk National Technical University