

ПІДХІД ЩОДО ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖОПОТОКІВ В ІНТЕГРОВАНІХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ ДОСТАВКИ НА ПРИНЦИПАХ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ

*Є.В. Нагорний, д.т.н., професор, Д.Р. Писаренко
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Сучасний етап розвитку транспортних систем доставки вантажів у міжнародному сполученні характеризується зростанням вантажопотоку та збільшенням дисбалансу у використанні різних видів транспорту та інфраструктури. До того ж, доставка вантажів у міжнародному сполученні являє собою складний процес із залученням великої кількості учасників.

З початку військових дій вітчизняний бізнес переорієнтувався та перебудував логістичні шляхи через сухопутні переходи в напрямку країн Європи. До переліку існуючих проблем додалися нові виклики, зокрема: недостатні потужності інфраструктури на прикордонних переходах для забезпечення надійного просування вантажопотоків в ланцюгах постачань, експлуатаційна несумісність залізничних систем вітчизняної з країнами ЄС та обмежена здатність європейської залізничної системи [1]. У зв'язку зі зростанням обсягів міжнародної торгівлі в Україні особливо відчувається невідповідність наявної інфраструктури транзитних шляхів міжнародним стандартам та попиту на транспортні послуги, що значно обмежує швидкість просування вантажопотоків в ланцюгах постачань. Досвід розвинутих країн свідчить про те, що підвищення ефективності змішаних перевезень вантажів можливо досягти не стільки за рахунок нарощування пропускних спроможностей окремих елементів системи (провізні спроможності окремих видів транспорту, пропускні спроможності терміналів, транспортних вузлів, пунктів пропуску на кордонах), скільки за рахунок інтеграції транспортних технологій із застосуванням принципів логістики. До того ж низький рівень інтероперабельності і розвитку мультимодальних / інтермодальних технологій перевезень вантажів стримують процес приєднання національної транспортної системи до Транс'європейської мережі «TEN-T». Все це ускладнює логістику постачання необхідних для населення України вантажів, збільшує час та витрати на доставку, що значно впливає на кінцеву вартість товарів для споживачів.

Окрім розбудови мережі терміналів, що зазначено в якості пріоритетного напрямку в Плані відновлення України [2], необхідним постає вирішення наступних задач: раціональне їх розташування в західному регіоні, забезпечення відповідності пропускної спроможності попиту на послуги за рахунок спеціалізації та вибору раціональних технологій обслуговування вантажопотоків з мінімальними витратами та високим рівнем якості з урахуванням попиту.

Необхідність пошуку ефективних методів підвищення ефективності та рівня якості транспортного обслуговування вантажовласників, зокрема за рахунок використання прогресивних транспортних технологій і посилення інтеграції, обумовлено впливом ефективності функціонування транспортної системи на весь ланцюг постачання, що є основою для інтеграційних процесів вітчизняної економіки з країнами ЄС.

Інтегрована транспортна система доставки - це гнучка система зі зворотнім зв'язком, яка управляє логістичними потоками, оптимізуючи рух ресурсів для адаптації кількісних параметрів відповідно до виробничих потреб і вимог замовників. Інтегрованим транспортним системам, як і будь-яким системам, властиві ознаки цілісності та єдності, що досягається шляхом встановлення певних взаємозв'язків (глибокої інтеграції) і консолідації її складових елементів (спільного функціонування):

- логістичних потоків (матеріальні, фінансові, інформаційні);
- технічних засобів різних видів транспорту (рухомий склад, транспортні комунікації та обладнання);
- учасників доставки;

– систем координації, регулювання та інформації.

Для зменшення бар'єрів функціонування інтегрованих транспортних систем запроваджено принцип інтероперабельності. Під інтероперабельністю (здатність до взаємодії) розуміють використання уніфікованих та сумісних інфраструктур, технічних засобів, технологій, обладнання, документообороту різними транспортними системами для ефективного просування вантажів та послуг «від дверей до дверей» [3]. Технічна сумісність означає здатність систем різних видів транспорту забезпечувати безпечний та безперебійний рух, що залежить від усіх нормативних, технічних та експлуатаційних умов, які повинні бути виконані для того, щоб задовольнити вимоги замовників та забезпечити якість транспортних послуг.

Інтероперабельність автомобільного та залізничного транспорту можна описати як інтеграцію цих видів транспорту, покращення їх взаємодії шляхом інтеграції в єдину систему та забезпечення оптимального використання кожного виду транспорту для перевезення вантажів. Головна ідея цього підходу полягає у використанні переваг інтеграції: ресурсозбереження та обслуговування замовників на якісному рівні з урахуванням їх вимог.

Основою формування технології обслуговування вантажопотоків в інтегрованих транспортних системах доставки є термінал (структурний елемент логістичного ланцюга), так як саме цей елемент системи забезпечує просування вхідних вантажопотоків за рахунок взаємодії різних видів транспорту в технічній, комерційній та організаційній сферах на принципах інтероперабельності [4].

Процес доставки вантажів потрібно розглядати як сукупність послідовних технологічних операцій. При цьому, кінцевий результат кожної операції є умовою для виконання наступної. Складові технологічного процесу характеризуються показниками використання інфраструктури (наявні ресурси) та альтернативними технологіями обслуговування вантажопотоків. Отже, визначення інтегрованих показників обслуговування вантажопотоків дозволяє оцінити ефективність функціонування системи доставки [5]. Ефективність управління технологічними процесами на терміналі передбачає консолідацію різних видів транспорту і тісну взаємодію всіх елементів з метою оптимізації витрат на обслуговування вантажопотоку з урахуванням параметрів попиту на послуги на принципах ресурсозбереження. Слід зазначити, що інтегровані транспортні системи функціонують в умовах невизначеності, що ускладнює визначення параметрів математичної моделі, особливо при прогнозуванні, та обумовлює ризик при прийнятті управлінських рішень.

Ефективність взаємодії різних видів транспорту в системі доставки залежить від технічних та технологічних параметрів в системі: від технології транспортування та способів взаємодії, від часових параметрів технологічних процесів (накопичення, навантаження-розвантаження партії вантажу), від вірогідності прибуття транспортного засобу на термінал у запланований час, від інтенсивності вхідного та вихідного вантажопотоків на терміналі, тощо. Взаємодія між залізничним і автомобільним транспортом обумовлено параметрами роботи рухомого складу на маршрутах; розкладом руху поїздів; часовими параметрами обслуговування вантажопотоків (час на навантаження / розвантаження / перевантаження); числовими характеристиками наявних виробничих ресурсів, площею складських приміщень.

З метою мінімізації ризиків та оптимізації витрат важливо забезпечити своєчасну доставку вантажів до та з терміналу. Оперативне планування процесом обслуговування вантажопотоків полягає, зокрема, в прискоренні процесу за рахунок координації взаємодії учасників, узгодженні маршрутів і синхронізації логістичних потоків [5, 6, 7]. При цьому, необхідно враховувати, що потреба в виробничих ресурсах залежить від коливань попиту і технології обслуговування, в умовах невизначеності і ризику [4].

Процес обслуговування вантажопотоків на терміналі залежить від характеристик випадкових величин параметрів попиту на послуги терміналу, величин вхідного та вихідного вантажопотоку на терміналі та на складі. Така модель процесу має стохастичний характер, результат функціонування якого теж буде характеризуватися випадковими величинами математичного очікування параметрів та законом розподілу цих величин.

З метою формування технології обслуговування вантажопотоків в інтегрованій транспортній системі на принципах інтероперабельності доцільним є проведення експериментальних досліджень шляхом математичного моделювання з урахуванням чисельних характеристик випадкових величин параметрів попиту. По результатам проведених експериментальних досліджень необхідним є проведення обробки отриманих даних та визначення виду функціональних залежностей критерію ефективності від керуючих параметрів моделі (кількісні характеристики сукупності виробничих ресурсів та сукупність організаційних впливів) та параметрів зовнішнього середовища за допомогою методології регресійного аналізу.

З метою визначення оптимальних значень чисельних характеристик параметрів виробничих ресурсів (кількість навантажувально-розвантажувальних механізмів та площі складу) доцільним є використання чисельних методів оптимізації, зокрема методу гілок і границь. Метод гілок і границь застосовується до повністю цілочисельних задач, відносить до комбінаторних методів і полягає в упорядкованому переборі альтернативних варіантів з метою пошуку лише тих допустимих рішень, які забезпечують розв'язання задачі оптимізації з урахуванням ресурсних обмежень у вигляді нерівностей та рівнянь [8]. Для цього, на першому етапі, потрібно множину альтернативних варіантів розбити на підмножини. На наступному етапі необхідно вирішити задачу лінійного програмування симплекс-методом та прийняти рішення щодо визначення оптимального рішення або необхідності проведення подальших обчислень з розгалуженням.

На етапі формування практичних рекомендацій по вибору та обґрунтуванню раціональних технологій в інтегральних системах доставки вантажів по результатам аналітичного порівняння отриманих значень критерію ефективності по всіх альтернативних варіантах обслуговування вантажопотоків на терміналі (прямий, з перевантаженням через склад та змішаний) передбачається визначення областей ефективного використання зазначених технологій в залежності від чисельних характеристик параметрів попиту та з урахуванням ресурсних обмежень.

Запропонований в роботі підхід дозволить врахувати складність технологічних процесів та комплексність взаємозв'язків між учасниками інтегрованої системи доставки на принципах інтероперабельності через економічні та технологічні аспекти їх взаємодії.

Література:

1. Проблеми експортних перевезень залізничним транспортом України : веб-сайт. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/problemy-eksportnykh-perevezen-zaliznychnym-transportom-ukrayiny>.
2. План відновлення України : веб-сайт. URL: <https://recovery.gov.ua/>.
3. Інтероперабельність українських залізниць і проблеми подолання системних стиків рейкової колії : навч. посіб. / Н. Б.Чернецька-Білецька та ін. Сєверодонецьк, 2020. 110 с.
4. Нагорний Є. В., Наумов В. С., Літвінова Я. В. Імітаційна модель процесу функціонування мультимодального транспортного. Залізничний транспорт України. 2016. № 1–2(116-117). С. 4–13.
5. Гришук О. К., Петрик А. В., Козлов А. К., Бура О. М Принципи побудови інтегрованих систем управління транспортно-виробничими процесами міжнародного спрямування. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2022. Том 33 (72), № 1. С. 283–288.
6. Pavlenko O., Muzylyov D., Ivanov V., Bartoszek M., Jozwik J. Management of the grain supply chain during the conflict period: case study Ukraine. Acta Logistica. 2023. № 10(3), P. 393-402.
7. Jarašūnienė A, Čižiūnienė K. Ensuring sustainable freight carriage through interoperability between maritime and rail transport. Sustainability. 2021. 13(22):12766.
8. Панченко С.В., Медиченко М.П., Лисечко В.П. Методи оптимізації та моделювання : навч. посіб. Харків, 2015. Ч.1. 128 с.