

УДК 656.025

Боцман А.О.¹, Россолов О.В.²

¹ студ. гр. ТТ-2016-1 ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

² канд. техн. наук, доцент ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

ВИКОРИСТАННЯ «ЗЕЛЕНОГО» ТРАНСПОРТУ У ДВОХ-ЕШЕЛОННИХ СИСТЕМАХ ДОСТАВКИ ВАНТАЖУ В МІСТІ

Ефективна міська логістична система повинна бути виражена змогою забезпечувати доставку вантажу для задоволення потреб замовників та враховувати обмеження, що зумовлені міською структурою, стрімким розвитком роздрібною діяльністю та процесом розподілу. Концентрація матеріальних потоків без пристосування ланцюга поставок до вищезазначених процесів може спричинити збільшення кінцевої вартості товарів [1, 2], створення заторів [3] і, як наслідок, негативний вплив на міське навколишнє середовище [4, 5]. Усунення негативного впливу вантажних перевезень можливо завдяки зусиллям щодо зміни часу доставки, здійснення поставок у позаробочий час [6] або створення міських двох-ешелонних ланцюгів постачань матеріалів [7, 8].

Метою цього дослідження є розгляд проблеми побудови двох-ешелонного ланцюга поставок з використанням «зеленого» транспорту для зменшення негативного впливу транспорту на міське середовище. Досягнення такої мети можливо за рахунок скорочення пробігу, а як наслідок і величини викидів шкідливих речовин, на першому ешелоні шляхом раціонального розміщення розподільчих центрів, а також повного їх виключення на другому за допомогою застосування «зеленого» виду транспорту

Головний етап дослідження полягає у визначенні критеріїв раціонального розташування транспортного вузла для забезпечення ефективної взаємодії всіх елементів системи. Транспортний вузол виконує функції перевалочного пункту з першого ешелону на другий. В рамках першого ешелону поставки виконуються помашинними відправками. На другому ешелоні система доставки базується на дрібно партійних поставках, а саме вантажними велосипедами, по принципу розвізних маршрутів.

Раціональне розміщення розподільчого центру повинно враховувати такі фактори [9]:

$$RP = \text{opt} \left\{ \left(\min \forall L_i^G \right) \wedge \left(\min \forall P_i^G \right) \wedge \left(\min \forall T_i^G \right) \right\}, \quad (1)$$

де RP - раціональне розміщення розподільчого центру; L_i^G - пробіг транспортних засобів за двома ешелонами, км; P_i^G - транспортна робота, що виконується на двох ешелонах т-км; T_i^G - час доставки за двома ешелонами, год.; i - варіант розміщення розподільчого центру.

Кількості та дислокації транспортних вузлів напряму залежить від обсягів реалізації та замовлення товарів, розташування постачальників та споживачів. У випадку концентрації споживачів в одному чи декількох суміжних транспортних районах, організацію мережі поставок слід організовувати через сусідні райони міста з дислокацією транспортних вузлів на їх кордонах (система *Nearby delivery area*).

Формування парку рухомо складу залежить конкретних умов експлуатації з урахуванням реальних об'ємів перевезень. Так, дуже важливо враховувати такі параметри, як об'єми перевезень, характер вантажу, терміновість та дальність, партійність, тип кузова, дорожні умови та ін. На основі сформованого парку транспортних засобів та даних щодо об'ємів замовлень вирішується задача маршрутизації перевезень. Транспортні цикли першого ешелону формуються на основі процедури оптимального закріплення відправника (виробника) за одержувачами (в даному випадку, розподільчими центрами) за мінімальними транспортним зв'язкам з урахуванням умов руху по вулично-дорожньої мережі міста. Побудова транспортних циклів на другому ешелоні виконується за алгоритмом *Clark and Wright*. Цей метод завдяки своїй ітераційності, можливості врахування цілого ряду факторів, гнучкості є найбільш прийнятних у світі для вирішення задач комівояжера. На основі показників ефективності функціонування альтернативних систем доставки можливо зробити висновок щодо раціонального розміщення розподільчого центру за функціоном (1).

Використання «зеленого» транспорту у двох-ешелонній системі доставки вантажу передбачає зменшення негативного впливу транспорту на міське середовище в контексті сталого розвитку міст. Для екологічної ефективності проводиться співставлення двох-ешелонної системи доставки вантажу з базовою моделлю поставок, коли розподіл товарів виконується лише помашинними відправками.

В якості експерименту було проведено імітаційне моделювання системи постачання швидкопсувних продуктів, а саме молочних, в м. Бровари. Мережа обслуговування складається з 35 споживачів, обсягом матеріалопотоку стано-

вить 0,939 т. Площа обслуговування 3,88 км². На першому ешелоні відбувається підвезення молочних продуктів автомобілями-рефрижераторами вантажопідйомністю 1,5 тони. На другому ешелоні використовуються вантажні велосипеди місткістю 0,2 і 0,3 тони з ізотермічними боксами. Серед трьох альтернативних варіантів розміщення транспортного вузла було обрано оптимальний за функціоналом (1). Оцінку пропонованої системи доставки проведено згідно типової методики інституту Комплексних транспортних проблем за зведеною масою річних викидів забруднень автотранспортними засобами. Визначено, що використання «зеленого» транспорту для постачання «останньої милі», дозволяє зменшити викиди шкідливих речовин, а саме окису вуглецю, окису азоту та вуглеводних парів бензину (по вуглецю), на 2,42 ум. т. на рік на території 3,88 км².

Так, було доведено, що такий підхід в організації міських систем доставки вантажу дозволяє досягти позитивних екологічних наслідків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kin B. et al. Tackling fragmented last mile deliveries to nanostores by utilizing spare transportation capacity—A simulation study //Sustainability. – 2018. – Т. 10. – №. 3. – С. 1-15.
2. Rossolov A. et al. Assessing the impact of parameters for the last mile logistics system on creation of the added value of goods //Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2018. – №. 5 (3). – С. 70-79.
3. Russo F., Comi A. From city logistics theories to city logistics planning //City Logistics 3: Towards Sustainable and Liveable Cities. – 2018. – С. 329-347.
4. Goodchild A., Wygonik E., Mayes N. An analytical model for vehicle miles traveled and carbon emissions for goods delivery scenarios //European Transport Research Review. – 2018. – Т. 10. – №. 1. – С. 8.
5. Aktas E. et al. Green logistics solutions //Flexible Services and Manufacturing Journal. – 2018. – Т. 30. – №. 3. – С. 363–365.
6. Holguín-Veras J. et al. Direct impacts of off-hour deliveries on urban freight emissions //Transportation Research Part D: Transport and Environment. – 2018. – Т. 61. – С. 84-103.
7. Naumov V., Starczewski J. Approach to simulations of goods deliveries with the use of cargo bicycles //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2019. – Т. 2078. – №. 1. – С. 020070.
8. Gonzalez-Feliu, J. Models and methods for the City Logistics: The Two-Echelon Capacitated Vehicle Routing Problem //Politecnico di Torino. – 2008. – С. 148.

9. Rossolov A. A Two-Echelon Green Supply Chain for Urban Delivery / A. Rossolov, O. Lobashov, D. Kopytkov, A. Botsman, S. Lyfenko // Science and Technique, International Scientific and Technical Journal Proceedings of the 16th European Automotive Congress – 2019. – № 6(18) – C. 495–503.