систем, інтеграцію логістичних процесів та координацію учасників. Для вирішення зазначених проблем доцільно впроваджувати системи управління складом (WMS) та зонування складських приміщень у гуманітарних хабах, застосовувати принципи консолідації вантажів і формування стандартних гуманітарних наборів, використовувати геоінформаційні системи та алгоритми маршрутизації, а також забезпечувати моніторинг транспорту за допомогою GPS-систем і централізовану координацію логістичних операцій між гуманітарними організаціями. Такі заходи дозволять підвищити ефективність використання складських потужностей, розробляти раціональні маршрути та мінімізувати час доставки гуманітарних вантажів населенню в умовах високих безпекових ризиків.

Література

1. Окороков, А. М., Вернигора, Р. В., Окорокова, Ю. І., Чернова, О. О. Концепція створення та розвитку гуманітарних хабів в Україні в умовах військової агресії. *Транспортні системи та технології перевезень*, 2022, (23), 38. С. 38–45. https://doi.org/10.15802/tstt2022/261650.
2. UNICEF. Humanitarian supplies delivered to Kharkiv region URL: https://www.unicef.org/ukraine/en/press-releases/unicef-delivers-critical-medical-supplies-meet-basic-humanitarian-needs-15-million (дата звернення 10.03.2026).
3. International Committee of the Red Cross. Food and relief items reach Kharkiv. URL: https://www.icrcnewsroom.org/story/en/683/ukraine-food-and-relief-items-reach-kharkiv-as-icrc-scales-up-assistance (дата звернення 10.03.2026).
4. Humanitarian Aid Report 2023-2024. URL: https://uscc.org.ua/humanitarna-prohrama/ (дата звернення 10.03.2026).
5. ACAPS. Humanitarian situation in Kharkiv region. URL: https://www.acaps.org/fileadmin/Data_Product/Main_media/20220419_acaps_thematic_report_ukraine_humanitarian_situation_in_kharkiv_luhansk_and_donetsk_0.pdf (дата звернення 10.03.2026).
6. Altay N, Heaslip G, Kovács G, Spens K, Tatham P, Vaillancourt A. Innovation in humanitarian logistics and supply chain management: a systematic review. *Annals of Operations Research*. 2024, P. 965-987. https://doi.org/10.1007/s10479-023-05208-6.
7. Nesterenko, H. I., Muzykin, M. I., Bibik, S. I., Strelko, O. H., & Aleksieieva, A. O. (2024). Analysis of Organizing the Delivery of Humanitarian Aid in Crisis Situations. *Systems and Technologies*, 68(2), 130-139. https://doi.org/10.32782/2521-6643-2024-2-68.15.
8. Помазков М. В., Мнацаканян М. С., Маник І. С. Моделювання інтелектуальних маршрутів перевезення гуманітарних вантажів в умовах воєнного часу. Подільський вісник: сільське господарство, тех-ніка, економіка. No 41. 2023. С. 46–53.
9. Музикін М. І., Лисогоря М. С., Струсевич Ю. В., Нечаєв М. С. Сучасні шляхи забезпечення стій-кості роботи об’єктів транспортної інфраструктури в умовах воєнного стану. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей IV міжнар. наук.-техн. конф. Харків : УкрДУЗТ, 2023. С. 363.
10. Faiz T., Vogiatzis C., Noor-E-Alam Md. Robust Optimization Framework for Two-Echelon Vehicle and UAV Routing for Post-Disaster Humanitarian Logistics Operations. *Mathematics. Optimization and Control.* 2022. https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.11879

УДК 656.073.7

СУЧАСНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ «ХОЛОДНОГО» ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАННЯ В МЕГАПОЛІСАХ

Здоб. Настасенко Т.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

«Холодний» ланцюг постачання є системою взаємопов’язаних транспортних, складських і технологічних операцій, під час яких для продукції підтримується встановлений

температурний режим від моменту підготовки до відправлення до передачі одержувачу. У мегаполісі організація такого ланцюга ускладнюється високою щільністю транспортних потоків, великою кількістю точок доставки, часовими обмеженнями торговельних об’єктів і нерівномірним попитом протягом доби. Тому ефективність міської холодової логістики залежить не тільки від технічних можливостей рефрижераторного автомобіля, а й від узгодження всіх операцій у часі.

Найбільш уразливими є етапи, на яких продукція передається між учасниками ланцюга: приймання на складі, комплектування замовлення, навантаження, очікування виїзду, розвантаження біля торговельної точки та тимчасове зберігання. Навіть за справної холодильної установки тривале відкривання дверей кузова, затримка автомобіля біля рампи або очікування дозволу на розвантаження можуть погіршити температурну стабільність. Через це контроль доцільно будувати не як перевірку температури лише на початку і в кінці рейсу, а як безперервне спостереження за умовами перевезення та тривалістю критичних операцій.

Міські перевезення швидкопсувної продукції часто виконуються дрібними партіями за розвізними маршрутами. Вибір вантажності автомобіля, кількості точок заїзду та послідовності обслуговування безпосередньо впливає на собівартість і час доставки. Методика оцінювання витрат на обслуговування споживачів дрібних швидкопсувних вантажів показує, що технологічні параметри розвізного маршруту та вантажність автомобіля повинні визначатися спільно, з урахуванням кількості пунктів доставки та мінливого попиту [1]. Для мегаполіса це означає, що збільшення кількості адрес в одному рейсі має економічну межу: після певного рівня додаткові заїзди збільшують тривалість маршруту і ризик порушення температурного режиму.

Вибір транспортно-технологічної схеми повинен поєднувати інтереси перевізника та одержувача продукції. Інтегрований бізнес-критерій для швидкопсувних вантажів передбачає одночасне врахування економічного результату та якості транспортного обслуговування [2]. У міській холодовій логістиці до показників якості доцільно віднести своєчасність прибуття, тривалість перебування продукції поза стаціонарною холодильною зоною, кількість перевантажень та стабільність температури. Це дозволяє уникнути ситуації, коли скорочення транспортних витрат досягається за рахунок надмірного ущільнення маршруту і погіршення умов обслуговування.

Сучасний холодний ланцюг у мегаполісі доцільно формувати як керовану інформаційну систему. Дані GPS, температурних датчиків і транспортної системи управління дають можливість зіставляти плановий та фактичний графік, фіксувати відхилення температури, оцінювати тривалість зупинок і завчасно змінювати послідовність відвідування точок. Водночас цифровий контроль не усуває потреби у правильній початковій організації: автомобіль має бути попередньо охолоджений, замовлення - скомплектоване до прибуття під завантаження, а одержувач - готовий прийняти вантаж у погоджений часовий інтервал.

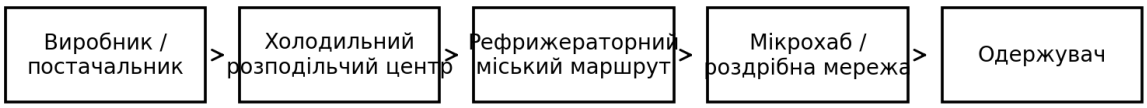


Рисунок 1 - Узагальнена структура холодного ланцюга постачання в мегаполісі

Для стійкої роботи системи важливо враховувати коливання попиту. Прогнозування очікуваного обсягу вантажопотоку дозволяє заздалегідь оцінити навантаження на склад, кількість рейсів і потребу в рухомому складі. У транспортних системах для такого завдання використовуються, зокрема, нечітко-нейронні моделі прогнозування [3]. На рівні міської доставки складна модель може бути замінена простішим короткостроковим прогнозом за днями тижня та часовими інтервалами, однак принцип залишається тим самим: транспортну

потужність слід готувати до очікуваного попиту, а не коригувати лише після появи черг і затримок.

Ще одним сучасним аспектом є управління ризиками. Для холодного ланцюга ризик формується не однією подією, а поєднанням технічних, технологічних та організаційних факторів. До них належать несправність холодильної установки, затор на маршруті, тривале очікування розвантаження, помилка під час комплектування, відмова датчика або зміна часу приймання. Дослідження ризиків у ланцюгах постачання підтверджує доцільність попереднього оцінювання очікуваних факторів небезпеки та їхнього впливу на час доставки [4]. У міській системі такий підхід може бути реалізований через перелік критичних подій та заздалегідь визначені дії диспетчера для кожної з них.

У мегаполісі перспективною є дворівнева організація доставки, за якої великі партії надходять до холодильного розподільчого центру або міського хаба, а далі формуються коротші розвізні маршрути до магазинів, закладів харчування та інших одержувачів. Перевагою є скорочення плеча останньої милі та можливість частіше оновлювати маршрути відповідно до дорожньої ситуації. Проте додаткове перевантаження виправдане лише за наявності належного холодильного обладнання й чіткої синхронізації операцій, оскільки кожна передача продукції створює додатковий технологічний ризик.

Контроль температури доцільно поєднувати з контролем часу, оскільки однакове відхилення має різні наслідки залежно від його тривалості та властивостей продукції. На практиці для кожного рейсу можна фіксувати температуру під час завантаження, у русі та в момент розвантаження, а також тривалість відкривання кузова і простою біля одержувача. Ці дані дають можливість відрізнити проблему транспортного процесу від проблеми складської або торговельної операції. Додатково слід узгоджувати порядок завантаження з послідовністю точок маршруту: партія для першого одержувача повинна бути доступною без тривалого переміщення інших вантажних місць. Таке просте технологічне рішення скорочує час відкривання кузова, зменшує непродуктивний простій і підтримує стабільніші умови всередині вантажного відсіку.

Отже, створення сучасного холодного ланцюга в мегаполісі потребує узгодження температурного контролю, маршрутизації, короткострокового прогнозування попиту та цифрового моніторингу. Основною вимогою є безперервність заданих умов зберігання при мінімізації непродуктивного часу на стиках між транспортними і складськими операціями. Подальше дослідження доцільно спрямувати на порівняння прямої доставки з розподільчого центру та дворівневої схеми через міський холодильний хаб, використовуючи як критерії загальний час рейсу, транспортні витрати, тривалість температурних відхилень і частку замовлень, виконаних у погоджений часовий інтервал.

Література

1. Shramenko N., Muzylyov D., Shramenko V. Methodology of costs assessment for customer transportation service of small perishable cargoes. International Journal of Business Performance Management. 2020. Vol. 21, No. 1/2. P. 132-148. https://doi.org/10.1504/IJBPM.2020.106113.

2. Muzylyov D., Shramenko N., Shramenko V. Integrated business-criterion to choose a rational supply chain for perishable agricultural goods at automobile transportations. International Journal of Business Performance Management. 2020. Vol. 21, No. 1/2. P. 166-183. https://doi.org/10.1504/IJBPM.2020.106116.

3. Shramenko N., Muzylyov D. Forecasting of Overloading Volumes in Transport Systems Based on the Fuzzy-Neural Model. Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 2020. P. 311-320. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_31.

4. Medvediev I., Muzylyov D., Montewka J. A model for agribusiness supply chain risk management using fuzzy logic. Case study: Grain route from Ukraine to Poland. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 2024. Vol. 190. 103691. https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103691.