

Н. В. Птиця¹
О. В. Макарічев²
К. Г. Ковцур¹

ЕФЕКТИВНА ОРГАНІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ ВАНТАЖОПОТОКІВ У МЕЖАХ МІСТА ТА ФАКТОРИ, ЩО НА НЕЇ ВПЛИВАЮТЬ

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет;

²Херсонський національний технічний університет

Подано результати досліджень характеристик, параметрів та особливостей зони обслуговування в процесі організації розподілу вантажопотоків у міських умовах. Останнім часом у ланцюгу постачань відбуваються певні зміни, які призводять до того, що виникає необхідність акцентувати увагу на визначенні параметрів процесу доставки та підвищенні ефективності технологічного процесу. У роздрібній торгівлі відбуваються різноманітні структурні зміни, характерні для багатьох регіонів країни. Активно розширюються та просуваються нові формати торгівлі, разом з розвитком великих торговельних мереж, також посилюється популярність спеціалізованих продовольчих магазинів, кіосків, невеликих магазинів, розташованих у пішохідній доступності і реалізують різноманітний асортимент товарів. Розширення асортименту товарів потребує зміни характеру та збільшення кількості транспортних операцій для задоволення потреб доставки. Ці зміни зумовлюють необхідність перегляду організації процесу доставки з урахуванням специфіки торговельних об'єктів, щільності їхнього розміщення та особливостей транспортної зони. Територіальне розташування об'єктів торгівлі визначає розосередженість вантажопотоків. Наявні шляхи підвищення ефективності організації руху матеріальних потоків передбачають розробку схем доставки товарів до об'єктів торгівлі, визначення раціональних розмірів партій і періодичності поставок, формування раціональних маршрутів і графіків руху, доставку товару з урахуванням особливостей зони обслуговування.

Основною метою дослідження є визначення характеру розташування торгових точок та параметрів району обслуговування для підвищення ефективності процесу доставки та удосконалення технологічного процесу перевезення вантажів.

Ключові слова: доставка, вантажопотік, торговельні точки, ланцюг постачань, район обслуговування, ефективність доставки, раціональні маршрути, логістичні витрати.

Вступ і постановка проблеми

Роздрібний ланцюг поставок під тиском високого рівня конкуренції на ринку змушує інших учасників процесу загострювати свою увагу на підвищенні ефективності операцій і визначенні параметрів процесу доставки. Особливістю доставки дрібних партій товару є територіальний розподіл торгових точок, що визначає розосередженість вантажопотоку в просторі та часі. Наявні шляхи підвищення ефективності організації руху матеріального потоку — це історично сформовані технологічні процеси в логістичному ланцюгу поставок: розробка схем доставки товарів до торговельних точок, визначення раціональних розмірів партій і частоти поставок, формування раціональних маршрутів і графіків доставки вантажів, визначення структури парку рухомого складу та інших технологічних процесів, що дозволяють оптимізувати логістичні витрати [1]—[3].

Розподіл матеріальних ресурсів через логістичний канал зумовлює необхідність залучення додаткових учасників (дистриб'юторів, перевізників) до процесу доставки. Правильність вибору та економічна обґрунтованість залучення учасників є основними чинниками, що визначають раціональність структури ланцюга поставок. Територіальне розміщення малоформатних торгових точок змушує постачальників консолідувати партії товарів для забезпечення різноманітних торгових об'єктів, розташованих поруч [1], [3], [4]. Тому потрібно докладно досліджувати фактори, що впливають на розташування торгових об'єктів.

Розташування торгових точок може бути визначене різними факторами, зокрема [2]—[4]:

- густота населення — торговельні точки часто розташовуються в районах з високою густрою населення, так як вони мають більші можливості залучення клієнтів;
- доступність — торгові точки, що розташовані в легкодоступних місцях, таких як біля головних доріг або зупинок громадського транспорту, можуть залучити більше клієнтів;
- конкуренція — розташування торговельної точки може бути зумовлене наявністю конкурентів в районі. Якщо у конкурентів недостатньо покупців, то нова торгова точка може залучити клієнтів;
- рівень доходів населення — торговельні точки можуть розташовуватися в районах з високим рівнем доходів, оскільки це може бути вигідним для бізнесу, який пропонує високоякісні товари та послуги;
- популярність району — розташування торгової точки може бути зумовлене популярністю регіону серед туристів або місцевих жителів. До прикладу, торгова точка в районі з відомими туристичними атракціями може бути вигіднішою;
- наявність паркувальних місць — торгові точки можуть розташовуватися в районах з наявністю безкоштовних або дешевих паркувальних майданчиків, що може збільшити потік клієнтів;
- рівень орендної плати — розташування торгової точки може бути визначене рівнем орендної плати за приміщення, у якому вона буде облаштована.

Пробіг автомобіля між суміжними пунктами прибуття на маршруті можна визначити за щільністю розташування вантажоодержувачів (торгових точок) на території зони обслуговування. Загальновідомо, що у разі розширення роздрібною мережі розташування торгових точок вибирається з розрахунком на максимальне наближення до споживачів. Відповідно до моделі виявлених переваг концентрація групи малоформатних торгових точок підвищує їхню купівельну привабливість. Це актуально для торгових точок невеликого формату, які зазвичай розташовуються поруч одна з одною, утворюючи торгові майданчики, що створюють певні групи.

Основними параметрами, які характеризують умови та впливають на техніко-економічні показники транспорту для доставки вантажів у роздрібну торговельну мережу міст, є [1]—[3]:

- відстань доставки вантажу;
- розмір партії товару;
- пробіг автомобіля між суміжними пунктами реєстрації на маршруті.

Визначення характеристик району перевезень та факторів, що зумовлюють розташування вантажоодержувачів є важливим завданням під час планування процесу доставки. Для визначення таких характеристик можна використовувати такі підходи та методи [2], [3]:

- аналіз географічного положення району: для цього необхідно дослідити географічне положення району, відстань від нього до різних транспортних вузлів, міст, промислових центрів, а також визначити наявну дорожню інфраструктуру;
- аналіз економічного потенціалу району: дослідження економічного потенціалу району дозволяє визначити обсяги вантажних перевезень, що здійснюються в районі, рівень розвитку промисловості та інфраструктури, наявність вантажоодержувачів та наявність транспортних компаній;
- аналіз транспортної інфраструктури району: цей підхід передбачає дослідження наявного стану доріг, транспортних вузлів та інших транспортних інфраструктурних об'єктів, які мають можливість впливати на здійснення вантажних перевезень;
- аналіз конкурентного середовища: дослідження конкурентного середовища дозволяє визначити наявність конкурентів в районі та їхні основні перевізні потоки, що може вплинути на вибір маршруту перевезень та дислокацію вантажоодержувачів;
- вивчення потреб та вимог клієнтів: для визначення характеристик району перевезень та дислокації вантажоодержувачів необхідно вивчити потреби та вимоги клієнтів щодо перевезення вантажів в цьому районі;
- використання аналітичних інструментів: для отримання точніших та об'єктивних даних можна застосовувати аналітичні інструменти, такі як географічні інформаційні системи (ГІС), демографічний аналіз, розрахунок густоти населення, економічного потенціалу та інших факторів;
- консультація з експертами — консультування з експертами у галузі логістики, транспорту та географії може допомогти отримати цінні рекомендації та досвід щодо визначення характеристик району перевезень та дислокації вантажоодержувачів;
- врахування законодавчих та регуляторних аспектів — для визначення характеристик району перевезень варто враховувати відповідні законодавчі та регуляторні аспекти, такі як обмеження щодо руху вантажних транспортних засобів, наявність спеціальних дозволів або ліцензій для перевезень;

– аналіз сезонності та тенденцій — дослідження сезонності та тенденцій у перевезеннях може допомогти визначити оптимальний час та маршрути для доставки вантажів, а також прогнозувати зміни в попиті на перевезення в майбутньому;

– збір та аналіз даних про транспортні потоки — використання транспортних даних, таких як дані про трафік, обсяги перевезень, часи та швидкості пересування, дозволяє отримати об'єктивну інформацію про перевезення в районі та визначити найефективніші маршрути та дислокацію вантажоодержувачів;

– оцінка концентрації конкурентів — дослідження наявності та дислокації конкурентів у районі може вплинути на стратегію розташування вантажоодержувачів. Врахування конкурентної ситуації допоможе уникнути зайвої конкуренції або знайти вільні ринки.

До доставки товарів вантажоодержувачам висуваються вимоги виконання чіткого та строго встановленого графіку. В процесі доставки вантажів на етапі планування роботи автотранспорту, враховують: віддаленість пунктів заїзду (вантажодержувачів) від виробника або складу, щільність дислокації торгових точок, обсяг і періодичність завезення, особливості експлуатації використовуваного транспорту в районі обслуговування [2]—[4]. Щільність дислокації торгових точок — це кількість однотипних за спеціалізацією чи форматом елементів торгівлі, що потребують завезення вантажів, які розташовані на одиниці площі міста або міського чи адміністративного районів. Під районом обслуговування варто розуміти територію, в межах якої постачальник обслуговує своїх клієнтів.

Також на щільність торгових точок у районі обслуговування впливає насиченість ринку на певній території та рівень конкуренції між торговими точками. Щільність торгових точок може бути виміряна у різних одиницях, таких як кількість точок на квадратний кілометр, кількість точок на кілометр дороги або кількість точок на певну площу [2]—[4].

Висока щільність торгових точок може вказувати на насиченість ринку та велику конкуренцію. У таких умовах підприємствам може бути важко привернути увагу та залучити клієнтів. З іншого боку, висока щільність може свідчити про великий попит на товари та послуги в цьому районі. Зазвичай, торгові точки малого формату розташовуються поряд одна з одною для того, щоб підвищити споживчий попит, таке розташування ускладнює доставку необхідного обсягу вантажу через відсутність у таких об'єктів спеціалізованих місць для розвантаження вантажів. Низька щільність торгових точок може означати меншу конкуренцію та більшу можливість для підприємств зайняти нішу на ринку. Однак, це також може вказувати на менший попит на товари та послуги в цьому районі.

Визначаючи оптимальну щільність торгових точок у районі обслуговування, важливо враховувати розмір ринку, потенційну клієнтську базу, наявність конкурентів, рівень доходів населення та інші фактори, які впливають на попит на товари та послуги. Також варто забезпечити баланс між достатньою кількістю торгових точок для задоволення попиту та уникненням надмірної конкуренції, яка може негативно вплинути на прибутковість підприємств. Щільність розташування вантажоодержувачів безпосередньо впливає на пробіг автомобіля між суміжними пунктами на маршруті на території району обслуговування.

Основною метою дослідження є визначення характеру розташування торгових точок та параметрів району обслуговування для підвищення ефективності процесу доставки та удосконалення технологічного процесу перевезення вантажів.

Результати дослідження

Пробіг автомобіля між суміжними пунктами на маршруті можна визначити за щільністю розташування торгових точок на території зони обслуговування. Загальновідомо, що у разі розширення роздрібною мережі розташування торгових точок вибирається з розрахунком на максимальне наближення до споживачів. Відповідно до моделі виявлених переваг [5], концентрація групи дрібних торгових точок підвищує їхню купівельну привабливість. Такі об'єкти зазвичай розташовані поруч один з одним, утворюючи торгові майданчики, що представляють певні кластери.

Для чіткішого розуміння речей і процесів, їх можна віднести до певних визначених категорій (груп). Процес групування елементів сегмента на основі спільних ознак і відмінностей від інших елементів називається кластеризацією [6]. Метою кластеризації в цьому дослідженні є розділення набору об'єктів на групи зі схожими характеристиками (кластери або класи). Необхідно представити вибіркові дані у вигляді точок у просторі ознак, тоді завданням кластеризації є визначення

«точкових концентрацій». У цьому випадку припущення, що об'єкти належать до кластерів, є неофіційним і базується на інтуїції з урахуванням назви кластерів. Очікується, що об'єкти, що належать до одного кластера, будуть більше схожі один на одного, ніж об'єкти з інших кластерів. Кластер має деякі математичні характеристики, такі як центр, радіус і розмір. Центр кластера визначається як середнє геометричне точок у змінному просторі, а радіус кластера вказує на максимальну відстань точок від центра кластера.

За допомогою сервісу Google Maps визначено координати географічного розташування торгових точок малого формату міста Харкова (рис. 1).

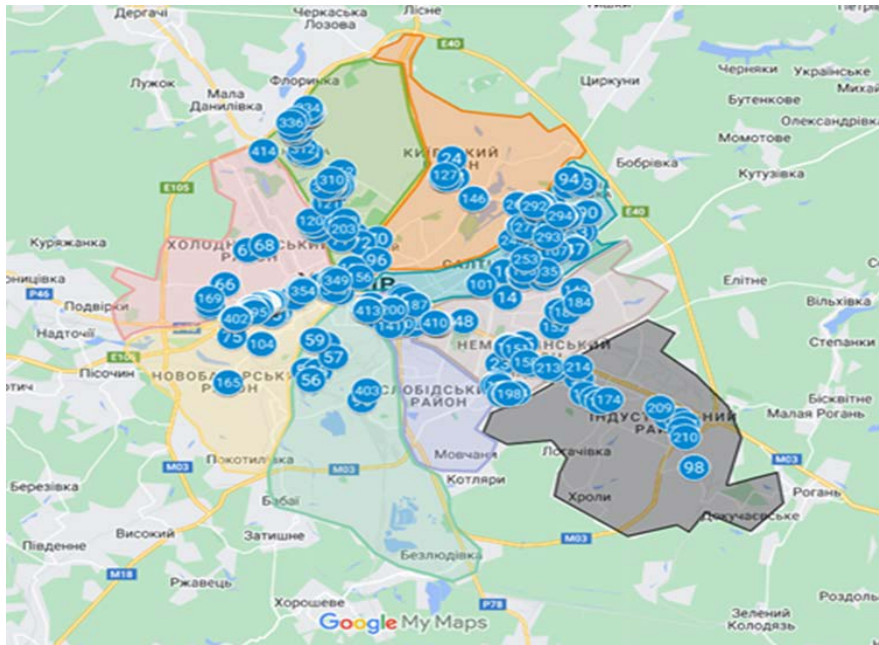


Рис. 1. Схема розміщення торговельних точок малого формату в місті Харків

Керуючись спостереженнями на місці та даними з Інтернету, на карті міста позначені об'єкти, які там офіційно зареєстровані. Ці дані взяті за основу кластерного аналізу. Вихідними даними є значення X і Y відповідно широта і довгота кожної окремої торгової точки на карті міста Харкова. Таких об'єктів проаналізовано в кількості 413 одиниць.

Багатофакторний економіко-статистичний аналіз використовує різноманітні методи, одним з

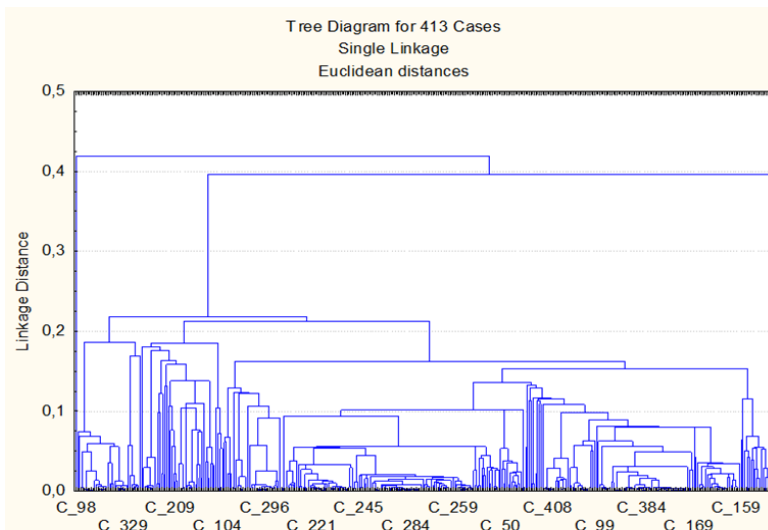


Рис. 2. Ієрархічна кластеризація торгових точок за розташуванням

яких є кластерний аналіз [6], [7]. Цей метод дозволяє групувати торгові точки в кластери зі схожими властивостями, що допомагає врахувати ефект багатовимірності в даних і спростує пояснення складних багатовимірних структур. Крім того, кластерний аналіз дає змогу об'єктивно описати спостережувані дані, їхню структуру та взаємозв'язки за допомогою факторів або основних компонентів, що дозволяє проводити простий і точний аналіз вихідних даних.

За допомогою програми STATISTICA можна створити ієрархічне дерево. Результати такої ієрархії показані на рис. 2.

Використовуючи метод середніх, отримано групування об'єктів у кластери на основі їхньої подібності та центральних точок, які представляють кожен кластер. У зв'язку з тим, що просторове розташування аналізованих об'єктів є незначним, необхідна трансформація вихідних даних для аналізу. Для цього ми переводимо їх з абсолютних значень у відносні та стандартизуємо в статис-

тиці. Початкові центроїди можуть бути випадковими або вибраними на основі відомих даних [5], [6]. Кожний об’єкт присвоюється найближчому центроїду, а центроїди обчислюються на основі середніх значень об’єктів у кожному кластері. Цей процес повторюється до тих пір, поки не буде досягнуто конвергенції, коли зміщення центроїдів стає незначним (рис. 3).

За результатами кластеризації отримано п’ять кластерів: перший з них включав 138 точок, другий — 84, третій — 108, четвертий — 38 і п’ятий — 45. Дані про евклідові відстані між середніми кластерами подані в табл. 1.

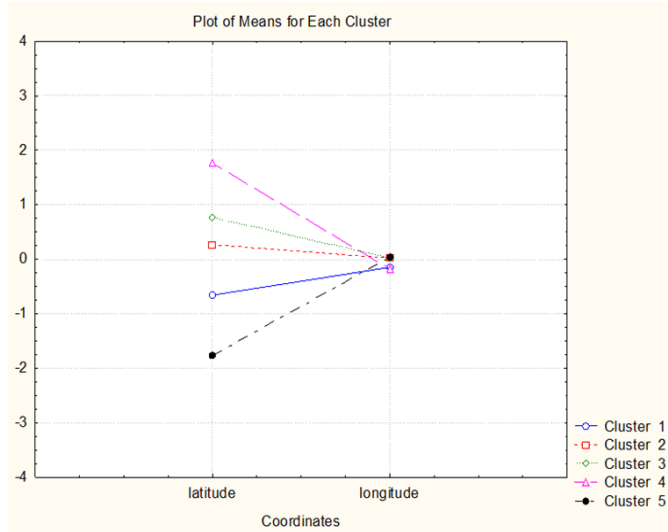


Рис. 3. Графік середніх значень

Таблиця 1

Евклідові відстані

Кластер	Евклідова відстань
1	0,144330165
2	0,14564415
3	0,126616246
4	0,107676438
5	0,240885933

Після отримання необхідних даних територія графічно поділяється на зони відповідно до отриманих кластерів (рис. 4). Розглянувши особливості розміщення торгових точок першого кластера, отримано найбільшу за кількістю та площею групу. Кластер охоплює три міські території. У цих районах розташовано кілька промислових

зон, об’єднаних за їхніми характеристиками. Особливістю другого кластера є те, що він об’єднав торгові точки найбільшого спального району міста Харкова. Район густонаселений, тому торговим точкам доводиться обслуговувати велику кількість споживачів. Характерною рисою третього кластера є його розташування в центральній частині міста. У центрі міста зазвичай розташована значна кількість торгових об’єктів. Ця частина міста характеризується наявністю великої кількості «транзитних» споживачів. Четвертий і п’ятий кластери об’єднали два адміністративні райони міста. Четвертий кластер також характеризується наявністю кількох значних паркових зон. До п’ятої групи входять кілька великих промислових підприємств.

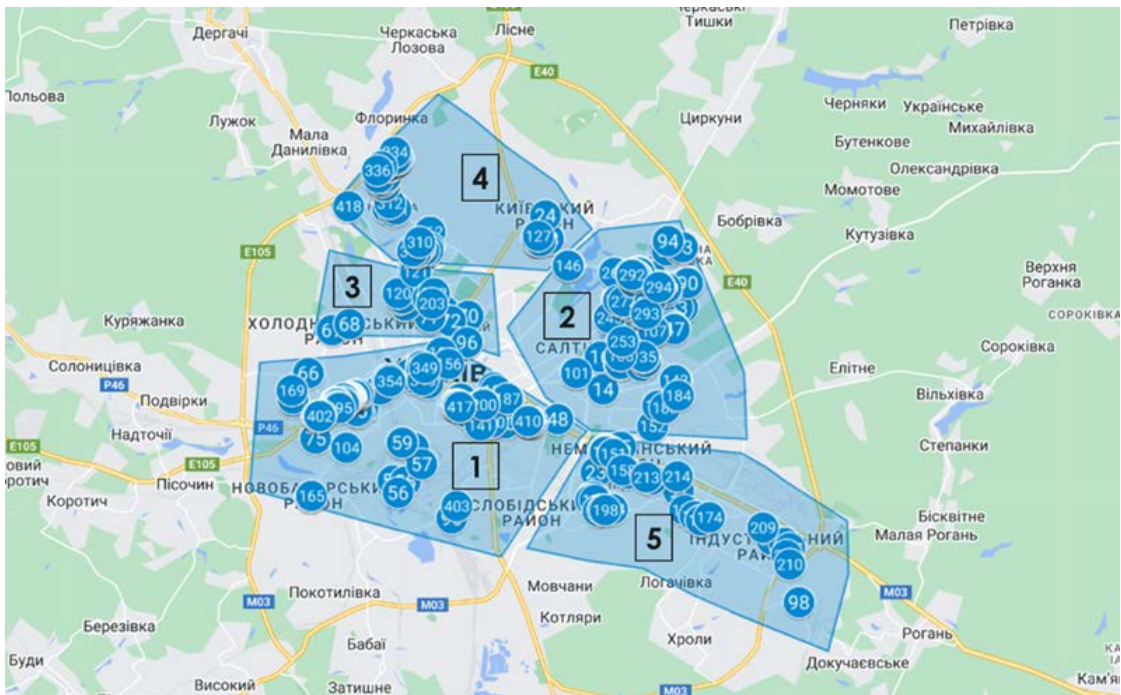


Рис. 4. Групи кластерів на мапі міста

Характеристика кластерів за площею та щільністю торговельних точок подана в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика кластерів

Кластер	Площа, км ²	Щільність торгових точок, од./км ²
1	72,2	1,91
2	52,9	1,58
3	24,2	4,46
4	39,8	0,95
5	57,6	0,78

Висновки

Для ефективної організації розподілу вантажопотоків у межах міста використано метод кластерного аналізу. Маючи параметри кластерів, можна побудувати точнішу модель розподілу вантажопотоків у зонах обслуговування. Така модель може бути використана як перевізниками для визначення параметрів транспорту, так і місцевою владою для планування стратегії розвитку міських вантажних перевезень. Висока щільність розташування торгових точок кожного кластера також створює високий вхідний вантажопотік. Великі обсяги вантажу спричиняють незручності у дорожньому русі, наприклад, затори через припарковані для розвантаження автомобілі. Це пов'язано з відсутністю спеціалізованих майданчиків для транспорту, який доставляє вантажі. Тому подальше вивчення цього питання є важливим напрямком як для підвищення ефективності доставки вантажів, так і для врахування стану безпеки дорожнього руху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Э. В. Нагорний, Н. Ю. Шраменко, і Г. І. Нестеренко, *Комерційна робота на транспорті*: підручн. Харків, Україна: ХНАДУ, 2012.
- [2] Н. В. Птиця, і К. Г. Ковцур, «До питання визначення характеру розташування вантажоодержувачів при дослідженні системи доставки», *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*, № 1(16), с. 131-136, 2021.
- [3] Н. В. Птиця, і К. Г. Ковцур, «Критерій доцільності введення об'єктів торговельної мережі на основі параметрів системи доставки», *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*, № 1(12), с. 127-134, 2019.
- [4] М. І. Сеньків, «Транспортна і розподільча геологістика в західному регіоні України»: дис. канд. техн. наук, Львів. ЛНУ ім. І. Франка, 2017.
- [5] *Reilly's Law of Retail Gravitation*. [Electronic resource]. Available: <https://www.thoughtco.com/reillys-law-of-retail-gravitation-1433438>. Accessed: 23.11.2023.
- [6] S. Prasad, *Different Types of Clustering Methods and Applications Analytix Labs*, 2020. [Electronic resource]. Available: <https://www.analytixlabs.co.in/blog/types-of-clustering-algorithms/>. Accessed: 03.12.2023.
- [7] K. Wagstaff, and C. Cardie, "Constrained K-means Clustering with Background Knowledge," *Proceedings of the Eighteen International Conference on Machine Learning*, 2001, pp. 577-584.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 1.04.2024

Птиця Наталія Василівна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри транспортних систем і логістики, e-mail: nataliya.ptitsa@gmail.com ;

Ковцур Катерина Григорівна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри транспортних систем і логістики, e-mail: kovtsyur@ukr.net .

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків;

Макарічев Олександр Володимирович — д-р фіз.-мат. наук, доцент, професор кафедри транспортних систем і технічного сервісу, e-mail: amsol2904@gmail.com .

Херсонський національний технічний університет, Херсон

N. V. Ptytsia¹
O. V. Makarichev²
K. H. Kovtsur¹

Efficient Organization of Freight Flow Distribution Within City Boundaries and Factors Affecting it

¹Kharkiv National Automobile and Highway University;

²Kherson National Technical University

The article presents the results of studies of the characteristics of the service area in the organization of the distribution of cargo flows in urban conditions. Recently, certain changes have taken place in the supply chain, which lead to the fact that there is a need to focus on defining the parameters of the delivery process and increasing the efficiency of the technological process. Various structural changes are taking place in retail trade, characteristic of many regions of the country. Active expansion and promotion of new formats of trade, along with the development of large retail chains, also increases the popularity of specialized food stores, kiosks, small stores located within walking distance, selling a diverse range of goods. Expanding the assortment of goods leads to a change and increase in the number of transport operations to meet delivery needs. These changes lead to the need to review the organization of the delivery process, taking into account the specifics of trade facilities, the density of their location, and the characteristics of the transport zone. Territorial location of trade objects determines the dispersion of cargo flows. Existing ways of improving the efficiency of the organization of the movement of material flow involve the development of schemes for the delivery of goods to trade objects, the determination of rational batch sizes and the frequency of deliveries, the formation of rational routes and schedules for the delivery of goods, taking into account the characteristics of the service area. The existing approaches to determining the characteristics of the transport zone and the location of trade points indicate that the assumptions adopted in the researched works do not correspond to real processes, which leads to significant deviations of real and simulated values when determining the conditions work of transport in the supply chain.

Keywords: delivery, cargo flow, trading points, supply chain, service area, delivery efficiency, rational routes, logistics costs.

Ptytsia Natalia V. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of the Chair of Transport Systems and Logistics, e-mail: nataliya.ptitsa@gmail.com ;

Makarichev Oleksandr V. — Dr. Sc. (Phys-Math.), Associate Professor, Professor of the Chair of Transport Systems and Technical Service, e-mail: amsol2904@gmail.com ;

Kovtsur Kateryna H. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Transport Systems and Logistics, e-mail: kovtsyr@ukr.net