

Птиця Н.В., Ковцур К.Г.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

КРИТЕРІЙ ДОЦІЛЬНОСТІ ВВЕДЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТОРГІВЕЛЬНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ

Розглядаються особливості доставки вантажів у роздрібну торговельну мережу. В роботі наведене обґрунтування критерію введення нових об'єктів торговельної мережі, який представляє собою частку витрат на транспортування в доходній частині. Використання запропонованого критерію дозволить оцінити ефективність розширення торговельної мережі. Визначено вплив параметрів системи доставки вантажів на критерій ефективності.

Ключові слова: роздрібна торговельна мережа, доставка, логістичні витрати, щільність торговельних точок, витрати на транспортування, кількість пунктів заїзду на маршруті.

Постановка проблеми. Високі практичні вимоги до якості організації доставки вантажів у роздрібну торговельну мережу визначають необхідність ретельного планування процесу доставки. Жорсткі часові обмеження на транспортування, невеликі партії вантажу є суттєвими перешкодами для використання автомобілів більшої вантажопід'ємності, а також проектування маршрутів за критерієм мінімум сумарного пробігу. В сучасних умовах вирішити цю оптимізаційну задачу без використання економіко-математичних методів не представляється можливим.

Аналіз останніх досліджень. Транспортування є ключовою логістичною функцією, це обумовлено великою часткою витрат на їх виконання (60% від загальних логістичних витрат) [1]. Без транспортування практично не існує матеріального потоку. При цьому процес транспортування розглядається у більш широкому плані, ніж перевезення вантажів: як сукупність перевезень, навантаження та розвантаження, експедитування та ін. Суттєвий вплив витрати на транспортування здійснюють і на дохід в цілому (рис. 1) [2].

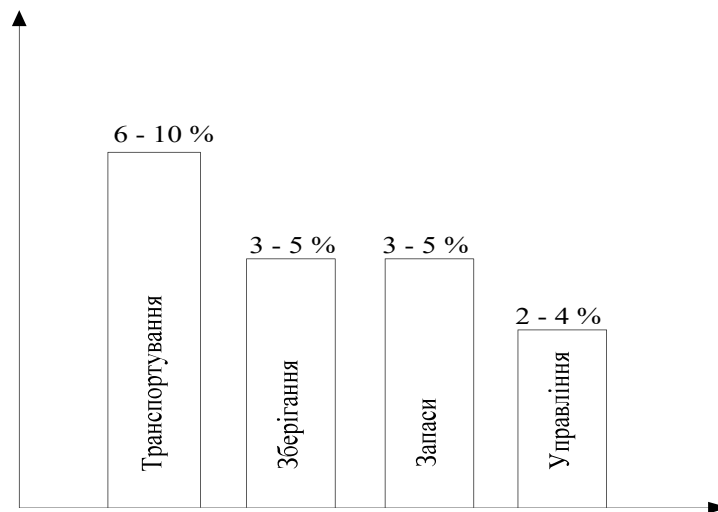


Рисунок 1 – Структура логістичних витрат у відсотках від доходу

В роздрібній торгівлі широко розповсюджені дрібнопартійні перевезення [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Це пов'язано з тим, що роздрібні мережі включають в себе торговельні точки різних форматів, з великим асортиментним рядом продукції. Особливістю продовольчих товарів є щодобове їх завезення. Розмір партії, що завозиться, визначається розміром споживання за певний період і, як правило, не забезпечує повного завантаження навіть автомобілів малої вантажопід'ємності. В таких умовах доцільне використання розвізних маршрутів, так як використання маятникових призведе до суттєвого збільшення витрат на доставку [1, 3, 6].

В [2, 3, 6, 9, 10] з метою отримання конкурентних переваг в роздрібній торгівлі та мінімізації витрат на транспортування пропонується спрямовувати зусилля на управління перевізниками, обґрунтованого вибору виду транспорту та оптимізацію масштабів всієї мережі. При правильному

підході можливість економії може сягати від 5 до 15 % від загальної суми витрат. В [9] вказується, що операційні витрати, пов'язані з транспортуванням вантажів можна знизити за рахунок оптимізації кількості, розміру та місць розташування пунктів доставки, виробничих потужностей та парку транспортних засобів.

Доставка вантажів у роздрібну торгівельну мережу (РТМ) характеризується територіальним розосередженням торгівельних точок, що визначає розсіювання вантажопотоку [10, 5]. Нерівномірність перевезень погіршує використання провізних спроможностей транспортних засобів. Виправити ситуацію можна використовуючи комплексний підхід до планування перевезень, визначення оптимальної кількості пунктів заводу та їх раціонального розміщення.

Важливість оптимізації транспортної ланки розглядається і в [5, 6, 11, 12, 13], де наголошується, що чітко налагоджена маршрутизація та визначення оптимальної кількості пунктів заїзду і максимальне використання вантажності транспортного засобу дозволить знизити витрати на доставку.

В [14] автор визначає важливі параметри роздрібної мережі, які впливають на формування матеріального потоку в логістичній системі, серед яких особлива увага приділяється кількості учасників торгівельних точок, а також особливості технологічних аспектів доставки.

Автор в [15] характеризує залежність витрат кожного виду від кількості елементів інфраструктури і в підсумку визначає такий вигляд даної залежності (рис. 2).

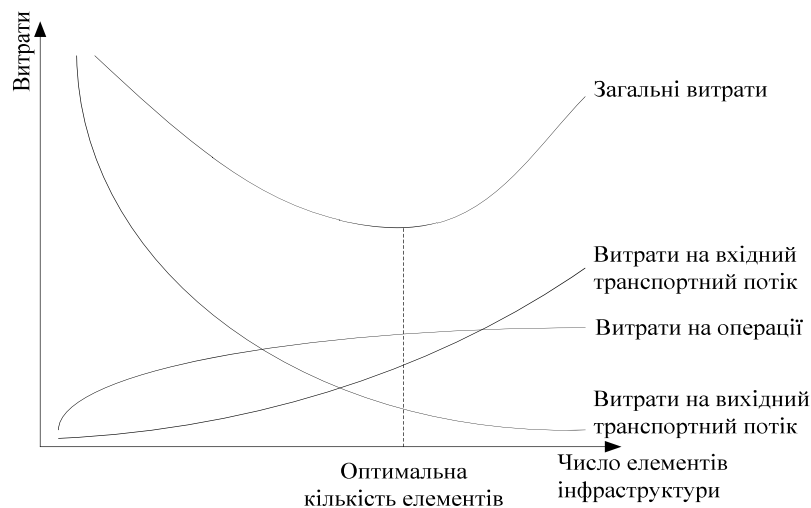


Рисунок 2 – Залежність кількості елементів інфраструктури від логістичних витрат на транспортування

Невелика кількість елементів забезпечує низькі транспортні витрати на вхідний, але високі витрати на вихідний потік. Велика ж кількість елементів демонструє зворотню залежність. У загальних витрат є чіткий мінімум, відповідно оптимальній кількості елементів в системі.

Міротін Л.Б. в [16] пропонує для визначення кількості об'єктів логістичної системи розглядати графічний метод розв'язання даної задачі. Пропонується в розрізі всієї системи розподілу оцінити, як в залежності від зміни кількості об'єктів змінюються ті чи інші витрати. Зміну кількості об'єктів в логістичній системі роздрібної торгівельної мережі можна охарактеризувати показником щільності торгівельних точок.

В роботі [11] представлено математичну модель оптимальної довжини ланцюга постачань на основі критерію загальних приведених витрат на доставку. Запропоновано уявлення ізольованого ланцюга постачань за допомогою обліку зовнішніх зв'язків проміжних ланок у вигляді показника ступеня концентрації матеріалопотоку. Довжина ланцюга постачань є безперервною функцією і в роботі апроксимована ступеневою функцією, в якій значущими параметрами є площа території обслуговування, обсяг партії, який завозиться кожному отримувачу, кількість споживачів продукції, ціна одиниці продукції, коефіцієнт використання вантажопідйомності, відносне змішання постачальника від центру тяжіння території обслуговування.

Формулювання цілей роботи. Всіма вищезгаданими авторами визнається суттєва зміна загальних витрат на транспортування вантажів у зв'язку з появою нового об'єкту в системі доставки, але не приводиться чіткий алгоритм для оцінки цієї зміни. Таким чином виникає задача визначення

частки витрат на транспортування продукції від доходу мережі при введенні нового об'єкту в залежності від щільності торгових точок.

Основна частина. При розширенні мережі, місце розміщення обирається з огляду на максимальне наближення до споживачів. В таких умовах до логістики повинні пред'являтися жорсткі вимоги, щоб високі логістичні витрати не поглинули значну частку доходу від розширення. Більшість підприємств націлює свої логістичні системи на максимізацію прибутку. Теоретично зона обслуговування кожної торгової точки встановлюється за критерієм мінімально допустимого прибутку від доставки вантажів на різну відстань. Оскільки нові торгові точки зазвичай розміщують в територіально різно-віддалених місцях для збільшення ринкової частки, то виникає необхідність визначення вартості логістичних послуг з доставки вантажів. Віддаленість нових торгових об'єктів, при якій витрати по транспортному обслуговуванню приносять мінімально прийнятний прибуток, визначає граничну відстань і подальше розширення зони обслуговування понад цієї відстані є неприбутковим.

Управління ланцюгом постачань призначене для здійснення особливого внеску у генерування доходу та прибутку. Оцінювання фінансових показників дає змогу організації ефективно проаналізувати окремі види діяльності і, тим самим, визначити, як саме ланцюг постачань впливає на кожну складову підсумкового прибутку.

Головна ціль функціонування роздрібною торгівельною мережі це максимізація прибутку, що можна представити наступним чином

$$D - B \rightarrow \max \quad (1)$$

де D – дохід, грн;

B – витрати, грн.

Як частина логістичної системи роздрібною мережі автомобільний транспорт повинен мати спільну ціль і, відповідно, критерії оцінки ефективності його функціонування повинні узгоджуватись.

Критерії оцінки ефективності роботи автомобільного транспорту поділяються на дві групи [10]: натуральні та вартісні. Натуральні критерії (кількість транспортних засобів, матеріаломісткість, продуктивність автомобіля, час доставки вантажу та ін.) привабливі простотою математичних задач, однак при виборі критерію неминуче виникнення конфліктної ситуації протиріччя.

Найбільш об'єктивними є вартісні критерії, які більш точно та повно відображають поняття ефективності транспортного процесу [12, 17]. Найбільш поширені з них: доходи від перевезень, витрати, прибуток, собівартість та рентабельність. Використання питомих показників від валових дозволить співвідносити ефективність роботи окремого підрозділу з об'ємом отримуваних доходів.

З огляду на це у загальному випадку співвідношення витрат на транспортування з доходами дає змогу оцінити їх частку, з метою подальшої її мінімізації

$$\delta = \frac{B}{D} \cdot 100 \rightarrow \min \quad (2)$$

Можливість оцінити не лише вагу витрат вже існуючих торгівельних точок роздрібною мережі, але й розрахувати частку для нового об'єкту та отримати оптимальне їх співвідношення формує цільову наступну функцію дослідження

$$\delta = \frac{B_{mp}}{D_i + D_j} \cdot 100 \rightarrow \min \quad (3)$$

де B_{mp} – витрати на транспортування вантажів у нову торгівельну точку, грн.;

D_i – загальний дохід існуючої РТМ, грн;

D_j – очікуваний дохід від нової точки РТМ, грн.

Запропонована цільова функція має наступні обмеження:

$$\begin{cases} n_s \geq 1; \\ Q_i = \sum_{i=1}^{n_s} g_i; \\ \sum_{j=1}^M n_s = N_{TT}; \\ q_{\max} = 10 \end{cases} \quad (4)$$

де n_z - кількість пунктів заїзду на маршруті, од.

Q_i - розмір замовлення на маршруті, т;

g_i - середній розмір замовлення в одній торгівельній точці, т;

M - кількість маршрутів, од;

N_{TT} - кількість торгових точок в районі обслуговування, од.

$q_{\max}$ - максимально допустима вантажність автомобіля, т.

Зменшення частки витрат на транспортування можна досягти шляхом корегування кількості пунктів заїзду на маршруті при можливості збільшення партії відправок, шляхом підвищення коефіцієнту використання вантажності автомобіля в результаті проведення маршрутизації, тобто при розробці раціональних розвізних маршрутів з урахуванням щільності торгівельних точок мережі.

З урахуванням наведеної системи обмежень, витрати на доставку вантажу в логістичній системі РТМ можна представити як:

$$B_{mp} = S_{mp} \cdot M. \quad (5)$$

де S_{mp} - витрати на транспортування вантажу на одному маршруті, грн/т;

M - кількість маршрутів, необхідних для організації доставки товарів у всі точки РТМ, од.

Витрати на транспортування вантажу на одному маршруті враховують постійні та змінні складові та розраховуються за формулою

$$S_{mp} = C_{зм} \cdot l_{об} + C_{пост} \cdot t_{об}. \quad (6)$$

де $C_{зм}$, $C_{пост}$ - змінна і постійна складові витрат на перевезення, які визначаються відповідно

$$\begin{cases} C_{зм} = A_{зм} + B_{зм} \cdot q_n \\ C_{пост} = A_{пост} + B_{пост} \cdot q_n \end{cases}, \quad (7)$$

де $A_{зм}$, $B_{зм}$, $A_{пост}$, $B_{пост}$ - коефіцієнти регресійної моделі залежності собівартості автомобільних перевезень від вантажопідйомності автомобіля, грн/км, грн/год., грн/т · км та грн/т·год відповідно.

Довжина оберту на маршруті, $l_{об}$, км, розраховується за формулою

$$l_{об} = 2l_i + (n_z - 1) \cdot l_{(i-1)-i}, \quad (8)$$

де $l_{(i-1)-i}$ - відстань між суміжними пунктами заїзду на маршруті, км;

l_i - середня відстань доставки, яку можна представити наступним чином

$$l_i = \frac{2}{3} R_{cp}, \quad (9)$$

де R_{cp} - середній радіус території обслуговування, км²;

$$R_{cp} = \sqrt{\frac{\lambda^{-1}}{\pi}}, \quad (10)$$

В роботах багатьох дослідників за основу приймається, що район обслуговування має форму кола. Виходячи з даного припущення, середній пробіг автомобілів між суміжними пунктами заїзду на маршруті складе

$$l_{(i-1)-i} = 0,76\sqrt{\lambda^{-1}}, \quad (11)$$

де λ - щільність торгівельних точок у регіоні, од./км²;

Необхідний показник щільності можна визначити, виходячи з площі регіону (F_M)

$$\lambda = \frac{N_{TT}}{F_M}. \quad (12)$$

де F_M - загальна площа території обслуговування (міста), км²;

N_{TT} - кількість торгівельних точок мережі, од.

Час оборту на маршруті визначається

$$t_{об} = \frac{l_{об}}{V_m} + t_{н/р} + (n_3 - 1) \cdot t_{\partial}. \quad (13)$$

де t_{∂} - додатковий час на оформлення документів, год;

V_m - технічна швидкість автомобіля, км/год;

Час на навантаження-розвантаження визначається за наступною залежністю

$$t_{н/р} = 2 \cdot (t_{\partial} + q_n \cdot \gamma_{ст} \cdot \tau_{н/р}), \quad (14)$$

де q_n - номінальна вантажність автомобіля, т.

$\tau_{н-р}$ - витрати часу на навантаження або розвантаження вантажу, год/т;

$\gamma_{ст}$ - коефіцієнт статичного використання вантажності.

Номінальна вантажність автомобіля визначається за формулою

$$q_n = \frac{n_3 \cdot \bar{g}}{\gamma_{ст}}, \quad (15)$$

де n_3 - номінальна кількість пунктів заїзду на маршруті, од.

Оптимальна кількість пунктів заїзду на розвізних маршрутах має наступний вид

$$n_3 = \sqrt{\frac{A_{3м} \cdot \gamma_{ст} \cdot [2 \cdot l_i - l_{(i-1)-i}]}{B_{3м} \cdot \bar{g} \cdot l_{(i-1)-i}}}, \quad (16)$$

де $\bar{g}$ - середній обсяг замовлень, т.

$$\bar{g} = \frac{Q_m \cdot \delta_m}{N_{TT} \cdot 365}, \quad (17)$$

де Q_m - обсяг товарообігу споживчих товарів у регіоні, грн./т.;

δ_m - частка товарообігу окремої мережі, %.

Обсяг товарообігу розраховується виходячи із співвідношення товарообігу регіону та вартості однієї тони споживчих товарів, та має наступний вид

$$Q_m = \frac{T_m}{\Pi_T}, \quad (18)$$

де T_m - вартість товарообігу споживчих товарів у регіоні, грн./т.;

Π_T - вартість 1-ї тони споживчих товарів, грн.

Частка товарообігу окремої мережі визначається за залежністю [18, 19]

$$\delta_m = \frac{r_n}{r_n + R_{cp}}, \quad (19)$$

де r_n - радіус половинного попиту мережі, км.;

R_{cp}^m - середній радіус обслуговування торгівельної точки, км.

Радіус половинного попиту визначається залежністю [19, 20]

$$r_n = \frac{U_{cp} \cdot R_{cp}^m}{U_{cp} + U_i}, \quad (20)$$

де U_{cp} - вартість середнього чеку на ринку, грн.;

U_{cp} - гранична ціна споживчого товару, грн.;

U_i - вартість середнього чеку окремої мережі, грн.

Дохід торгівельної мережі визначається

$$D_i = N_{TT} \cdot U_T \cdot \bar{g}, \quad (21)$$

Дохід нової торгівельної точки можна визначити за залежністю

$$D_j = T_m \frac{r_n}{r_n + R_{cp}^m}, \quad (22)$$

Підставивши вирази (5-22) у вираз (3) маємо

$$\delta = \frac{(A_{zm} + B_{zm} \cdot q_n) \cdot \left[\frac{4 \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}}}{3 \cdot \sqrt{\pi}} + 0,76 \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot (n_s - 1) \right] + n_s \cdot \left(\frac{T_m \cdot r_n}{r_n + \sqrt{\frac{1}{\lambda}}} + \frac{T_m \cdot r_n}{365 \cdot r_n + \frac{\sqrt{\frac{1}{\lambda}}}{\sqrt{\pi}}} \right)}{(A_{ном} + B_{ном} \cdot q_n) \cdot \left[2 \cdot t_0 + t_0(n_s - 1) + \frac{\frac{4 \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}}}{3 \cdot \sqrt{\pi}} + 0,76 \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot (n_s - 1)}{V_T} + 2 \cdot q_n \cdot \gamma_{cm} \cdot \tau_{np} \right]} \quad (23)$$

Аналіз моделі частки витрат на транспортування дозволив визначити змінні та постійні фактори, що імовірно впливають на ефективність системи доставки вантажів у роздрібну торгівельну мережу. Змінними величинами є: щільність дислокації торгових точок (λ , од/км²), доля товарообігу мережі (δ_m , %), вартість товарообігу споживчих товарів у регіоні, (T_m , грн./т.), вартість середнього чеку на ринку (U_{cp} , грн.), середній радіус обслуговування у регіоні (R_{cp} , км.), коефіцієнт використання вантажності (γ_{cm}). Постійні фактори: технічна швидкість автомобіля (V_m , км/год), норма витрат часу на навантаження/розвантаження (τ_{np} , т/год), додатковий час на оформлення документів (t_0 , год), коефіцієнти регресійної моделі залежності собівартості автомобільних перевезень від вантажності автомобіля.

Висновки. В результаті проведеного дослідження сформульована цільова функція розрахунку частки витрат роздрібною торгівельною мережею з урахуванням щільності торгівельних точок. За допомогою отриманої математичної моделі обрані змінні та постійні фактори, які впливають на її ефективність. Наступним кроком дослідження стане проведення повнофакторного експерименту типу 2^k, з метою отримання закономірностей впливу параметрів доставки на частку витрат на транспортування. Використання запропонованого підходу визначення частки транспортних витрат в дохідній частини торгівельної мережі дозволить встановити доцільність введення нових об'єктів та подальше її розширення.

1. Афанасьев Л.Л., Цукерберг С.М. Автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1973. – 320 с.
2. Гатторна Дж. Управление цепями поставок: Справочник издательства Gower / пер. с англ. изд. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 670 с.
3. Ковалев К.Ю. Логистика в розничной торговле: как построить эффективную сеть / К.Ю. Ковалев, С.А. Уваров, П.Е. Щеглов. – СПб.: Питер, 2007. – 272 с.
4. Шаповал Д.В. Совершенствование оперативного планирования перевозок мелкопартионных грузов автомобилями на радиальных маршрутах в городах: дис. ... кандидата техн. наук: 05.22.10 / Шаповал Дмитрий Владимирович. – Омск, 2012. – 138 с.
5. Сидоров Д. Розничные сети. Секреты эффективности и типичные ошибки при работе с ними / - М.: Вершина, 2007. – 230 с.
6. Миргородский М.А. Повышение эффективности перевозок грузов мелкими отправлениями : дис. . кандидата техн. наук : 05.22.10 / Миргородский Михаил Александрович. – Орел, 2010. – 151 с.
7. Леви М. Основы розничной торговли / М. Леви, Б. Вейтц. – СПб.: Питер, 2001. – 448 с.
8. Ковцур Е.Г. Резервирование провозных возможностей парка автомобилей при доставке товаров в супермаркеты / Е.Г. Ковцур // Восточно-Европ. журнал передовых технологий, 2012. – Вып. 1/3(55). – С. 54-57.
9. Аникин Б.А. Аутсорсинг: создание высокоэффективных и конкурентоспособных организаций. /Аникин Б.А./ М.: Инфра-М, 2003. —192 с.
10. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок: пер. с англ. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 503 с.
11. Потама Н.В. Выбор рационального количества складов в цепочке поставок продукции автомобильным транспортом в межрегиональном сообщении: Дис... канд. техн. наук: 05.22.01 – Транспортные системы / Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет. – Харьков, 2010. – 243 с.
12. Доля В.К. О сравнительной эффективности технологий доставки грузов / В.К. Доля, Н.А. Нефедов// Проблемы развития автомобильного транспорта и подготовки кадров. – 1996. – Харьков: Основа. – с. 16-18.
13. Нефедов М.А. Визначення структури парку автомобілів для перевезень продовольчих товарів народного споживання / М.А.Нефедов, К.Г. Ковцур // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – Х., 2009. – Вып. 47. – С. 127-130.
14. Рославцев Д.М. Вплив параметрів роздрібної мережі на формування матеріальних потоків в логістичній системі в умовах міста / Комунальне господарство міст / - № 67. 2005. – с. 310-312.
15. Лукинский В.С. Логистика автомобильного транспорта: концепция, методы, модели / В.С. Лукинский, В.И. Бережной, Е.В. Бережная и др. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 280с.
16. Транспортная логистика / Под ред. Л.Б. Миротина. – М.: Транспорт, 1996. – 211с.
17. R. Ballou, Business Logistics Management. – New York: Prentise Hall. – 478 p.
18. Н.А. Нефедов. Маркетинговые аспекты логистики // Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета - Вып. 8, 1999. – С. 70 – 72.
19. Птица Н.В. Оптимальный радиус обслуживания клиентуры // Сборник научных трудов VII Всероссийской конференции студентов и аспирантов «Проблемы и перспективы развития логистики и управления цепями поставок» (23-24 апреля). – Москва: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2013.
20. Птица Н.В. Влияние рационализации параметров логистической сети на развитие розничной торговли в Украине // Вестник экономики транспорта и промышленности. Сборник научно-практических статей – Вып. 46 – Харьков 2014. – с. 204-207.

REFERENCES

1. Afanas'yev L.L., Tsukerberg S.M. (1973). Avtomobil'nyye perevozki, 320.
2. Gattorna Dzh. (2008) Upravleniye tsepyami postavok: Spravochnik izdatel'stva Gower., 670.
3. Kovalev K.YU., Uvarov S.A., (2007). Logistika v roznichnoy trgovle: kak postroit' effektivnyuyu set', 272 .
4. Shapoval D.V. (2012). Sovershenstvovaniye operativnogo planirovaniya perevozok melkopartionnykh грузов avtomobilyami na radial'nykh marshrutakh v gorodakh. Candidate's thesis, 138.
5. Sidorov D. (2007). Roznichnyye seti. Sekrety effektivnosti i tipichnyye oshibki pri rabote s nimi 230.
6. Mirgorodskiy M.A. (2010). Povysheniye effektivnosti perevozok грузов melkimi otpravkami. Candidate's thesis, 151.
7. Levi M. (2001). Osnovy roznichnoy trgovli, 448.
8. Kovtsur Ye.G. (2012). Rezervirovaniye provoznykh vozmozhnostey parka avtomobiley pri dostavke tovarov v supermarket, 54-57.
9. Anikin B.A. (2003). Outsorsing: sozdaniye vysokoeffektivnykh i konkurentosposobnykh organizatsiy, 192.
10. Uoters D. (2003). Logistika. Upravleniye tsep'yu postavok: per. s angl, 503 p.
11. Potaman N.V.(2010). Vyibor ratsionalnogo kolichestva skladov v tsepochke postavok produktsii avtomobilnyim transportom v mezhregionalnom soobschenii: Candidate's thesis, 243.
12. Dolya V.K., Nefedov N.A. (1996). O sravnitel'noy effektivnosti tekhnologiy dostavki грузов, 16-18.
13. . Ne'odov M.A., Kovtsur K.H (2009). Vyznachennya struktury parku avtomobiliv dlya perevezen' prodovol'chykh tovariv narodnoho spozhyvannya, 127-130.
14. Roslavtsev D.M. (2005). Vplyv parametriv rozdribnoyi merezhi na formuvannya material'nykh potokiv v lohistychniy systemi v umovakh mista, 310-312.
15. Lukinskiy V.S., Berezhnoy V.I., Berezhnaya Ye.V (2002). Logistika avtomobil'nogo transporta: kontseptsiya, metody, modeli, 280.
16. Mirotin L.B (1996). Transportnaya logistika, 211.
17. R. Ballou, Business Logistics Management, 478 p.
18. Nefedov. N.A. (1999). Marketingovyye aspekty logistiki 70 – 72.
19. Ptitsa N.V. (2013). Optimal'nyy radius obsluzhivaniya kliyentury.
20. Ptitsa N.V. (2014) Vliyaniye ratsionalizatsii parametrov logisticheskoy seti na razvitiye roznichnoy trgovli v Ukraine. 204-207 p.