

Кочина А.А.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет***ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННІ ВЕЛИЧИНИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ  
ПРИ ДОСТАВЦІ ВАНТАЖІВ У ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАНЬ**

Робота присвячена розробці ефективних методів прогнозування інтенсивності руху вантажного транспорту для визначення обсягу матеріального потоку в ланцюгах постачань. Аналіз літературних джерел показав, що особливістю доставки вантажів є територіальне розосередження споживачів, які є мешканцями населених пунктів, це приводить до виникнення питання з оптимізації транспортного процесу на території населених пунктів та навколо них. Існуючі підходи з питань оптимізації системи доставки товарів в ланцюгах постачань базуються на визначенні особливостей розташування вантажоодержувачів існуючої торгівельної мережі на території, яка досліджується. Питання прогнозування величини вантажопотоку в ланцюгах постачань для населених пунктів відповідно до фактичних значень інтенсивності вантажного потоку дозволяє вирішувати задачі з оптимізації логістичних операцій в транспортній системі. Запропонована модель прогнозування величини вантажопотоку дозволяє на основі фактичних значень інтенсивності вантажного транспорту отримати прогнозне значення постачання на території як регіону, так і для окремого населеного пункту. Основними чинниками, які впливають на величину вантажопотоку в моделі виступають відстань до центру тяжіння та кількість мешканців, яка визначає потенційний попит на постачання для об'єкту дослідження. Отримана модель дозволить оптимізувати процес руху товарного потоку для ефективного управління ланцюгами постачань на рівні вирішення задач як на території регіону, так і на території міської агломерації.

**Ключові слова:** ланцюг постачань, інтенсивність руху, транспортний потік, матеріальний потік, відстань, населений пункт, чисельність населення.

**ВСТУП**

Транспорт відіграє найважливішу роль, будучи одним із ключових компонентів ланцюга постачань, від його роботи багато в чому залежить продуктивність його функціонування. Відзначаючи місце транспорту в керуванні ланцюгами поставок, варто зазначити, що завдяки транспорту, логістичний процес товароруку (починаючи від постачальників сировини та матеріалів, охоплюючи різноманітних посередників, і закінчуючи споживачами готової продукції) трансформується в єдиний технологічний ланцюг, а транспорт стає невід'ємною частиною єдиного транспортно-виробничого процесу.

Важливу роль відіграє для транспортно-виробничого комплексу країни інтенсивність транспортних потоків на території міських агломерацій, які в свою чергу залежать від попиту на транспортування товарів на цих територіях. Величина попиту впливає на розмір поставки в ланцюзі постачань тих чи інших товарів в залежності від факторів, які характеризують міські агломерації.

**АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

Шляхами підвищення ефективності руху товарного потоку залежать від організації технологічних процесів та їх оптимізації для кожного учасника ланцюга постачань. Серед задач які необхідно вирішувати для оптимізації роботи ланцюга постачань слід розглядати як процес розробки раціональних схем маршрутів та графіків завезення, так і оптимальну структуру парку транспортних засобів, визначаючи при цьому раціональний розмір поставки та графіки роботи рухомого складу.

Багато робіт [1-4] присвячені дослідженню логістичних операцій, де розглядаються аспекти моделювання ланцюгів поставок, процедури транспортної логістики та управління логістичними операціями. Разом з тим зазначені науковці не надають математичні моделі, які враховують фактори що чинять вплив на формування вантажопотоку в ланцюзі постачань.

Низці проблемних питань, пов'язаних з ланцюгами постачань вантажів присвячені сучасні праці вітчизняних науковців. У роботі [5] досліджується сучасні тенденції управління ланцюгами поставок, проте автор не дає методики оптимізації просування товарів у ланцюзі постачань. Водночас в роботі [6] автор при дослідженні функціонування ланцюга постачань використовує комплексну концепцію як з теоретичного, так і з практичного поглядів для діяльності логістичних операторів. Результати дослідження у роботі [7] свідчать, що зміни в управлінні ланцюга постачань призводять до необхідності пристосування або до переформування діяльності логістичних операторів, визначаючи головні тенденції та загальні підходи до роботи логістичних операторів. Слід зауважити, що представлені автори розглядають загальні підходи в концепції управління ланцюгами постачань

не застосовуючи моделей, які надають можливість отримати конкретний результат по оптимізації пропусання вантажопотоку.

Особливої уваги заслуговує підходи в яких розглядається раціоналізація параметрів транспортного процесу при різних умовах розташування вантажоотримувачів, які є кінцевими споживачами. В роботі [8] вагомими критеріями для вибору способу доставки чи постачальника виступають віддаленість постачальника від споживача, організація управління якістю у постачальника, терміни виконання поточних і екстрених замовлень, наявність резервних потужностей. Серед робіт, які присвячені визначенню каналу розподілу та оптимізації всього логістичного процесу на макрорівні виділяється робота [9], в якій відзначається, що необхідною умовою для вибору каналу розподілу, є наявність на ринку великої кількості посередників. Оптимізація логістичного ланцюга починається з оптимізації каналу розподілу при наявності на товарному ринку великої кількості підприємств. Ці підприємства повинні виступати в ролі оптових споживачів, при цьому приймається рівномірне їх розподілення у регіоні з метою можливості швидкого обслуговування роздрібних точок. Серед показників, які впливають на критерій ефективності, а саме витрати на доставку вантажу, розглядаються такі показники, як віддаленість підприємства виробника (або постачальника) і вантажоодержувачів, щільність дислокації торгових точок і розмір партії вантажу. Недоліком представлених методик є те що вони орієнтовані на конкретні торгові підприємства, тому не дають змоги формалізувати вимоги до роботи учасників процесу доставки навіть в межах більш-менш великого регіону.

З точки зору просторового розташування об'єктів логістичного ланцюга є гравітаційні моделі, які враховують вплив великих центрів тяжіння вантажних потоків, а не тільки відстань перевезень, що дає змогу спрогнозувати та оптимізувати матеріальні потоки. Такий підхід дозволяє створити модель торговельної гравітації, яка полягає в тому, що торговельні точки більшого розміру притягують до себе більшу кількість покупців, які прагнуть здійснювати переміщення на значні відстані. Прикладом застосування такого підходу в роботі [10] на прикладі західного регіону України визначається ентропійна міра концентрації у районі обслуговування логістичних провайдерів при дослідженні транспортної і розподільчої геологістики. Останні дослідження спрямовані на припущення, що район обслуговування, в якому знаходяться торгові точки, приймається у якості кола, а щільність дислокації торгових точок в районі перевезень рівномірна [11, 12]. Ці підходи притаманні для роздрібної торгівлі та розташування на не великій території.

### **ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Результати аналізу існуючих підходів до визначення обсягу вантажного потоку оснований на загальних принципах, які використовуються в транспортній та розподільчій логістики. Основні напрямки цих досліджень у визначенні характеристик району перевезень та дислокації торгових точок на не великій території. В той же час, питання визначення величини матеріалопотоку на території регіону, або окремого населеного пункту в транспортній системі необхідно для оптимізації транспортного процесу на визначеній території. Тому, метою даного дослідження є встановлення чинників, які впливають на величину вантажопотоку для населених пунктів з метою оптимізації транспортних процесів в ланцюгах постачань на визначеній території регіону.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Потреба визначення кількості постачань та обсягу постачань для регіону залежать від багатьох факторів як внутрішнього, так і зовнішнього характеру. Основний вплив на ці показники можуть здійснювати: кількість мешканців, статус у різних економічних, культурно-історичних і ін. сферах; характер і зміст системи розселення населення; рівень розвитку транспортної інфраструктури та інші фактори.

Встановити взаємозв'язок між переліченими факторами й попитом на постачання товарів є дуже складною задачею. Оцінити ступінь економічних та соціальних факторів, які характеризують потреби населення практично не можливо, інші показники потребують багато статистичної інформації, яку важко отримати і ступінь достовірності якої визиває сумніви.

Визначення розміру та частоти постачань для певного регіону, групи поселень та окремого населеного пункту можливо отримати на основі статистичних даних інтенсивності транспортних зв'язків для об'єкту дослідження різного рівня. Одним з показників, який характеризує інтенсивність транспортних зв'язків є інтенсивність руху вантажного транспорту різних категорій. Встановити взаємозв'язок між інтенсивністю вантажного транспорту та, наприклад, кількістю мешканців населених пунктів, можливо за умови використання даних для різних груп міст. Необхідною умовою для встановлення взаємозв'язку між інтенсивністю вантажного потоку та містом також повинні бути

дані для мережі доріг різних категорій, до яких повинні відноситись не тільки міжнародні та національні автомобільні дороги загального користування, а й регіональні дороги, які певною мірою характеризують попит на постачання для різних населених пунктів. Також необхідно враховувати, що умови виникнення різних типів вантажних засобів за своєю вантажністю можуть визначати розмір постачання для певного напрямку перевезень. Інтенсивність руху вантажного транспорту є випадковим за своєю сутністю показником, схильним до значних коливань протягом часу, раціональним періодом прогнозування є мінімальний період, що забезпечує достатню сталість цього показника. Таким періодом у проведених дослідженнях повинна вважатись доба. Порівняння добової інтенсивності руху транспортних засобів для різних днів тижня та місяців року можливо на основі відомих коефіцієнтів нерівномірності транспортних потоків.

З огляду наведених припущень для визначення прогнозного значення величини попиту на товари, який надає можливість отримати розмір постачання необхідно формалізувати закономірності впливу населених пунктів на інтенсивність руху вантажного транспорту. Вихідними даними для формалізації процесу мають стати фактичні дані інтенсивності руху вантажних транспортних засобів на ділянках автомобільних доріг, які отримані в результаті статистичних спостережень. Тому задачу формалізації величини інтенсивності постачання слід розуміти як пошук факторів, які дозволять з достатнім ступенем точності описати існуючі закономірності.

Основним показником, який характеризує розмір постачання в логістичному ланцюзі запропоновано розглядати чисельність населення, яка характеризує загальну величину попиту на товари. Інший показник, який визначає роботу з здійснення доставки до споживачів транспортом, відстань до населеного пункту. Відстань визначається від точки на території населеного пункту, яка розташована в центрі та є основним місцем тяжіння для мешканців. Для роздрібної торгівлі на території населених пунктів оптимізація процесу доставки вантажів є окремим завданням для рішення якого треба використовувати підходи які враховують розташування вантажоодержувачів на території міст.

Визначення впливу чисельності населення  $N$  на інтенсивність постачань можливо за допомогою зони впливу населеного пункту, яка описує ступенева функція [13, 14]. Дана методика описує радіус зони впливу населеного пункту, який збільшується відповідно до зростання чисельності населення. У загальному випадку, коли зони впливу сусідніх населених пунктів не перетинаються, необхідно окремо розглянути інтенсивність транзитного руху. Інтенсивність транзитного руху визначається на основі функціональної залежності, встановленої за даними обліку руху. У випадку, коли зони впливу сусідніх населених пунктів перетинаються, інтенсивності руху на спільних ділянках підсумовуються. Відповідно після моделювання та розрахунків інтенсивності руху, необхідно провести коригування інтенсивності з урахуванням зон впливу населених пунктів. Якщо виникає необхідність в розрахунку інтенсивності руху між двома кореспондуючими пунктами необхідно враховувати вплив чисельності населення на її величину, при цьому сумарна приведена чисельність населення в  $i$ -тому та  $j$ -тому кореспондуючих населених пунктах при співвідношенні між населеним пунктом з максимальною чисельністю  $N_{max}$ , тис. осіб до населеного пункту з мінімальною чисельністю  $N_{min}$ , тис. осіб перераховується за встановленими співвідношеннями. Інший показник, який впливає на інтенсивність руху між населеними пунктами також може бути адміністративне значення населеного пункту, який розглядається в залежності від коефіцієнта зв'язаності. Коефіцієнт зв'язаності між  $i$ -тим та  $j$ -тим кореспондуючими населеними пунктами визначається в залежності від їх адміністративного значення та підпорядкованості. Це більш спрощений підхід, але для прогнозування величини постачань при моделюванні інтенсивності руху вантажного транспорту дозволяє отримати більш точні розрахунки.

Залежність між відстанню  $L$  до населеного пункту та інтенсивністю руху  $P$  до нього, яка описує розмір вантажопотоку, а відповідно і прогнозований розмір постачань можливо здійснити за допомогою експоненціальної функції

$$P = Li = e^{\frac{1}{L}} \ln L(1)$$

В результаті проведених досліджень [14] згідно запропонованого підходу було отримано модель, яка дозволяє спрогнозувати величини інтенсивності руху вантажного транспорту

$$P = \text{Log}_L P = 1,169 + 18,48 \cdot \frac{1}{L} + 0,031 \cdot N^{0,367}, (2)$$

Статистичні характеристики моделі є дуже високими, що підтверджує вплив відстані  $L$  та чисельності населення  $N$  на інтенсивність вантажного транспорту. Коефіцієнт кореляції перевищує 90 %, що свідчить про можливість використання моделі для прогнозування інтенсивності вантажного потоку. Дана модель надає можливість спрогнозувати величину вантажопотоку для населених пунктів з точки зору постачань в залежності від попиту, який характеризується кількістю мешканців в цих населених пунктах.

### **ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**

На сучасному етапі розвитку управління ланцюгами постачання представляє комплекс різного роду потокових і автоматизованих процесів, вдосконалює послуги доставки і збільшує операційну ефективність, забезпечує оптимізацію споживчого попиту, розширяє мережу торговельного та складського комплексу. Сукупність процесів і завдань в управлінні ланцюгами постачання обумовлена тим, що логістичні управлінські рішення стають ключовими на рівні виходу будь-якого процесу в ньому. Правильно побудована логістична система ланцюга постачання неможлива без ефективного вивчення потреб споживачів та їх очікувань.

Моделювання процесу доставки вантажів на споживчий ринок за допомогою прогнозування інтенсивності транспортного потоку дає можливість удосконалення процесу в ланцюзі постачання та управління ним. Запропонована модель визначення інтенсивності транспортних засобів для населених пунктів з різною чисельністю населення дозволяє спрогнозувати розмір потоку вантажів на споживчий ринок з достатньо великою точністю.

Для подальшого рішення поставленої задачі важливим питанням, є визначення величини постачання з використанням транспортних засобів різної місткості. Застосування моделі для різних категорій транспортних засобів надає можливість визначення розміру партії вантажу. Поряд з розміром партії результати такого моделювання надає можливість визначення видів вантажу, що необхідно для просування товару в ланцюзі постачання.

### **ВИСНОВКИ**

Результати проведеного аналізу літературних джерел показав, що особливістю доставки вантажів є територіальне розосередження споживачів, які є мешканцями населених пунктів. Таке розосередження визначає розсіювання вантажопотоку у просторі і часі, що приводить до виникнення питання з оптимізації транспортного процесу на території дослідження. Існуючі підходи з питань оптимізації системи доставки товарів в ланцюгах постачання розглядаються для роздрібно-торгівельної мережі у районі її функціонування з використанням в основному гравітаційного підходу. Запропонована модель прогнозування величини вантажопотоку дозволяє на основі фактичних значень інтенсивності вантажного транспорту отримати прогнозне значення постачання на території як регіону, так і для окремого населеного пункту. Основними чинниками, які впливають на величину вантажопотоку в моделі виступають відстань до центру тяжіння та кількість мешканців, яка визначає потенційний попит на постачання для об'єкту дослідження.

### **ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

1. Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок / Шапиро Дж. ; пер. с англ. под ред. В. С. Лукинського. – СПб. : Питер, 2006. – 720 с.
2. Современная логистика : пер. с англ. / [Джеймс Джонсон, Дональд Ф. Вуд, Дэниэл Л. Ворлоу, Поль Р. Мерфи-мл.]. – 7-е изд. – М. : Вильямс, 2005. – 624 с.
3. Канке А. А. Основы логистики : учебное пособие / А. А. Канке, И. П. Кошечая. – М. : КНОРУС, 2010. – 576 с.
4. Харрісон А. Управління логістикою: Розробка стратегій логістичних операцій / Алан Харрісон, Ван Хоук Ремко ; пер. з англ. за наук. ред. О. Є. Міхейцева. – Дніпропетровськ : Баланс Бізнес Букс, 2007. – 368 с.
5. Меджибовська Н. С. Сучасні тенденції управління ланцюгами поставок / Н. С. Меджибовська // Праці Одеського політехнічного університету (серія “Логістика”). – 2011. – Вип. 1(35) – С. 283–288.
6. Чухрай Н. І. Оцінювання функціонування ланцюга поставок: сутність та концептуальні підходи [Електронний ресурс] / Чухрай Н. І. – Режим доступу : [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vnulh/Menedgment/2009\\_647/48.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vnulh/Menedgment/2009_647/48.pdf).
7. Гірна О. Б. Логістичний провайдер у ланцюгу поставок: теоретичні та прикладні аспекти / О. Б. Гірна, Л. І. Третьякова // Управління розвитком. – 2010. – Вип. 17 (93). – С. 32–34.

8. Нагорний Є.В. Комерційна робота на транспорті: підручник / Є.В. Нагорний, Н.Ю. Шраменко, Г.І. Нестеренко // Харків: ХНАДУ, 2012. 268 с.
9. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 11-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2005. – 432 с.
10. Сеньків М.І. Транспортна і розподільча геологістика в західному регіоні України: Дис ... канд. техн. наук: 11.00.02. / ЛНУ ім. І. Франка: Львів, 2017. 210 с.
11. Ковцур К.Г. Резервування провізних можливостей парку автомобілів у логістичних ланцюгах постачань споживчих товарів: Дис ... канд. техн. наук: 05.22.01. / ХНАДУ: Харків, 2015. 256 с.
11. Птиця Н.В. Формування процесу доставки дрібнопартійних вантажів у логістичній системі роздрібно-торгівельної мережі: Дис ... канд. техн. наук: 05.22.01. / ХНАДУ: Харків, 2020. 185 с.
12. Птиця Н.В. Формування процесу доставки дрібнопартійних вантажів у логістичній системі роздрібно-торгівельної мережі: Дис ... канд. техн. наук: 05.22.01. / ХНАДУ: Харків, 2020. 185 с.
13. Горбачов П.Ф. Вплив поїздок у приміському сполученні на інтенсивність руху на автомобільних дорогах загального користування / П.Ф.Горбачов, А.А. Кочина // Вестник ХНАДУ, Сборник научных трудов. –Х.: Изд-во ХНАДУ, 2016 – № 72. – С. 83-87.
14. Горбачов П.Ф. Оцінка впливу населених пунктів на інтенсивність руху транспортних потоків у приміському сполученні. /П.Ф.Горбачов, А.А. Кочина // Автомобильный транспорт ХНАДУ Сборник научных трудов. –Х.: Изд-во ХНАДУ, 2017 –№ 40. – С. 48-55.

### REFERENCES

1. Shapiro J. (2006) Modeling of the supply chain: Peter, 720 p.
2. James Johnson, Donald F. Wood, Daniel L. Warlow, Paul R. Murphy Jr (2005) Modern logistics: trans. with English: Williams, 624 p.
3. Kanke A. A. (2010) Fundamentals of logistics: textbook: KNORUS, 576 p.
4. Alan Harrison, Van Hoek Remco (2007) Developing strategies for logistics: Balance Business Books, 368 p.
5. Medzhibovska N. S. (2011) Modern trends in supply chain management. Issue 1(35), pp. 283–288.
6. Chuhrai N. I. (2009) Evaluation of supply chain functioning: essence and conceptual approaches: <http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/vnulh/menedgmt/>.
7. O. B. Girna, L. I. Tretyakov (2010) Logistics provider in the supply chain: theoretical and applied: Development management 17 (93), pp. 32–34..
8. Nahornyy YE.V., Shramenko N.YU., Nesterenko H.I. (2012) Komertsyina robota na transporti: pidruchnyk Kharkiv: KHNADU, 268 p.
9. Gadzhinskiy A.M. (2005) Logistika: Uchebnik, 432 p.
10. Sen'kiv M.I. (2017) Transportna i rozpodil'cha heolohistyka v zakhidnomu rehioni Ukrayiny: Candidate's thesis, 210
11. Kovtsur K.G. (2015). Rezervuvannya proviznykh mozhlyvostey parku avtomobiliv u lohistrychnykh lantsyuhakh postachan' spozhyvchykh tovariv: Candidate's thesis, 256.
- 12.. Ptitsa N.V. (2020). Formuvannya protsesu dostavky dribnopartinykh vantazhiv u lohistrychniy systemi rozdrubnoyi torhivel'noyi merezhi: Candidate's thesis, 185.
13. Gorbachov P.F., Kochina A.A. (2016) Influence of commuting trips on traffic intensity on public highways. HNADU, 72, 83-87.
- 14.. Gorbachov P.F., Kochina A.A. (2017) Otsinka vplyvu naselenykh punktiv na intensyvniost' rukhu transportnykh potokiv u prymis'komu spoluchenni. Avtomobil'nyy transport № 40, 48-55.

#### **A. Kochina. On the question of determining quantities of the transport flow when delivery of cargo in supply chains**

The work is devoted to the development of effective methods of forecasting the intensity of freight traffic to determine the volume of material flow in supply chains. The analysis of literary sources showed that a feature of cargo delivery is the territorial dispersion of consumers who are residents of settlements, this leads to the issue of optimizing the transport process in and around settlements. Existing approaches to the optimization of the system of delivery of goods in supply chains are based on the determination of the features of the location of the consignees of the existing trade network in the territory under investigation. The issue of forecasting the amount of cargo flow in supply chains for populated areas in accordance with the actual values of the intensity of cargo flow allows solving the problems of optimizing logistics operations in the transport system. The proposed model for forecasting the amount of cargo flow allows, based on the

actual values of the intensity of cargo transport, to obtain the forecast value of supply in the territory of both the region and for a separate settlement. The main factors affecting the amount of cargo flow in the model are the distance to the center of gravity and the number of residents, which determines the potential supply demand for the research object. The obtained model will allow to optimize the process of movement of goods flow for effective management of supply chains at the level of solving problems both in the territory of the region and in the territory of the urban agglomeration.

**Keywords:** supply chain, traffic intensity, traffic flow, material flow, distance, settlement, population.

*КОЧИНА Анастасія Анатоліївна*, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних системи і логістики, Харківський національний автомобіль-дорожній університет  
e-mail: [kochina.tsl@gmail.com](mailto:kochina.tsl@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-8377-4770>

*Anastasia. KOCHINA*, PhD, Associate Professor of the Department of Transport Systems and Logistics, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: [kochina.tsl@gmail.com](mailto:kochina.tsl@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-8377-4770>

DOI 10.36910/automash.v2i19.908