

<p><b>Войтов В.А.,</b>  <b>Кутья О.В.</b>  Харківський національний технічний  університет сільськогосподарства ім.  П.Василенка,  г. Харків, Україна  <b>E-mail:</b> bett_2008@meta.ua</p>	<p><b>МОДЕЛЮВАННЯ ВИТРАТ НА ТРАНСПОРТНЕ  ОБСЛУГОВУВАННЯ МІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ  ПЕРЕВЕЗЕНЬ</b></p>
---	---

УДК 656.073

*Войтов В.А., Кутья О.В. «Моделирование витрат на транспортное обслуживание городских грузовых перевозок»*

*В роботі представлено математичні вирази для визначення сумарних питомих витрат та результати моделювання витрат на міські вантажні перевезення. Сумарні витрати мають три складові. Перша складова залежить від тарифу на перевезення, довжини маршруту, маси перевезеного вантажу, а також технічної швидкості руху, частоти надходження заявок на обслуговування та коефіцієнта надійності.*

*Друга складова питомих витрат залежить від кількості автомобілів, що перебувають в наряді, технічної швидкості руху, сумарного часу транспортного обслуговування, витрати палива і його ціни, а також маси перевезеного вантажу, коефіцієнтів використаного пробігу, вантажопідйомності та коефіцієнта надійності.*

*Третя складова залежить від кількості автомобілів, що перебувають в наряді, сумарного часу транспортного обслуговування з урахуванням збільшення часу на вантажно-розвантажувальні роботи, початкової вартості автомобіля і витрат на технічне обслуговування та амортизацію, а також маси перевезеного вантажу і коефіцієнта надійності.*

*Сумарне значення отриманих питомих витрат є економічним критерієм вибору оптимальних маршрутів на транспортне обслуговування.*

*Проведено моделювання впливу різних факторів і робочих параметрів транспортного процесу міських вантажних перевезень дозволяє стверджувати, що питомі витрати на транспортне обслуговування  $V$ , грн/т, однозначно збільшуються при збільшенні довжини маршруту, однак, при цьому, мають оптимум при зміні маси перевезеного вантажу. Встановлено, що на існування оптимуму впливають коефіцієнт використання пробігу і коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобілів.*

*Показано вплив логістичного центру (потужності логістичного центру) на питомі витрати транспортного обслуговування. Недостатня потужність ЛЦ збільшує час оформлення однієї заявки, що приводить до збільшення сумарних питомих витрат. Це дозволяє зробити висновок, що потужністю логістичного центру необхідно управляти.*

**Ключові слова:** транспортний процес, математична модель, міські вантажні перевезення, потужність логістичного центру, питомі витрати.

*Войтов В.А., Кутья О.В. «Моделирование затрат на транспортное обслуживание городских грузовых перевозок»*

*В работе представлены математические выражения для определения суммарных удельных затрат и результаты моделирования затрат на городские грузовые перевозки. Суммарные затраты имеют три составляющие. Первая составляющая зависит от тарифа на перевозку, длины маршрута, массы перевозимого груза, а также технической скорости движения, частоты поступления заявок на обслуживание и коэффициента надежности.*

*Вторая составляющая удельных затрат зависит от количества автомобилей, которые находятся в наряде, технической скорости движения, суммарного времени транспортного обслуживания, затрат на топливо и его цены, а также массы перевезенного груза, коэффициентов использованного пробега, грузоподъемности и коэффициента надежности.*

*Третья составляющая зависит от количества автомобилей, которые находятся в наряде, суммарного времени транспортного обслуживания с учетом увеличения времени на погрузочно-разгрузочные работы, начальной стоимости автомобиля и затрат на техническое обслуживание и амортизацию, а также массы перевезенного груза и коэффициента надежности.*

*Суммарное значение полученных удельных затрат является экономическим критерием выбора оптимальных маршрутов на транспортное обслуживание.*

Проведенное моделирование влияния разных факторов и рабочих параметров транспортного процесса городских грузовых перевозок позволяет утверждать, что удельные затраты на транспортное обслуживание  $B$ , грн/т, однозначно увеличиваются при увеличении длины маршрута, однако, при этом, имеют оптимум при изменении массы перевезенного груза. Установлено, что на существование оптимума влияют коэффициент использования пробега и коэффициент использования грузоподъемности автомобилей.

Показана роль логистического центра (мощности логистического центра) на удельные затраты транспортного обслуживания. Недостаточная мощность ЛЦ увеличивает время оформления одной заявки, которое приводит к увеличению суммарных удельных затрат. Это позволяет сделать вывод, что мощностью логистического центра необходимо управлять.

**Ключевые слова:** транспортный процесс, математическая модель, городские грузовые перевозки, мощность логистического центра, удельные затраты.

#### *Vojtov V. , Kutiya O. «Modeling the Costs of Transportation Services for Urban Freight»*

*The article presents the expressions for determining the total unit costs and the results of modeling the cost of urban freight. The total cost has three components. The first component depends on the fare, the length of the route, the weight of the goods carried, as well as the technical speed of movement, the frequency of receipt of service requests and the coefficient of reliability.*

*The second component of the specific costs depends on the number of vehicles in the outfit, the technical speed of movement, the total time of transport service, fuel consumption and its price, as well as the mass of the freight, mileage used, load capacity and reliability coefficient*

*The third component depends on the number of cars in the outfit, the total time of transport service, taking into account the increase in the time for handling, the initial cost of the car and the cost of maintenance and depreciation, as well as the mass of the freight and the coefficient of reliability.*

*The total value of the specific costs received is an economic criterion for choosing the optimal routes for transport service/*

*The simulation of the influence of various factors and operating parameters of the transportation process of urban freight traffic allows to state that the specific costs for transport service  $B$ ,  $\text{hrn./t}$ , uniquely increase with increasing the length of the route, but, at the same time, have the optimum when changing the mass of freight. It is established that the optimum is influenced by the coefficient of use of the mileage and the coefficient of utilization of the capacity of cars.*

*The results of the degree of influence on the value of the unit costs of the coefficients of use of the mileage  $\beta$  and the coefficient of utilization of the capacity  $\gamma$ , the change of which occurs during freight urban transport, are presented. Reducing mileage from magnitude  $\beta = 1$  to  $\beta = 0,5$  increases unit costs by 1,13-1,22 times. Similar dependencies that characterize the degree of influence of the coefficient of load capacity of cars on the unit cost. Reducing the value  $\gamma$  from 1 to 0,5 increases the unit costs by 1,17-1,36 times. In this case, the increase in the length of the route increases the specific costs by 2,17-2,33 times, and the increase in the weight of the freight has the optimum, which is clearly expressed at  $\gamma = 1$  and becomes less pronounced when decreasing  $\gamma$  from 1 to 0,5.*

*The role of the logistics center (logistics center capacity) on the specific cost of transport service is shown. Insufficient power of the LC increases the time of processing one application, which leads to an increase in the total unit costs. This leads to the conclusion that the capacity of the logistics center must be managed.*

**Keywords:** transportation process, mathematical model, urban freight, logistics center capacity, unit costs.

### **Актуальність проблеми**

Аналіз наукової інформації та отримані позитивні практичні результати по організації міських вантажних перевезень малими партіями дозволяє стверджувати, що витрати на транспортні послуги є вагомим фактором в прийнятті рішень. Однак, пошук рішень по підвищенню ефективності вантажних перевезень у місті залишається актуальним. Пов'язано це зі стохастичною природою завантаженості магістралей і вулиць міста в різні години робочого дня, а також динамічністю зміни інтенсивності або щільності транспортного потоку на вулицях міста.

Одним із напрямків отримання прогнозу на витрати є розробка математичних моделей які враховують не тільки тарифи на транспортне обслуговування, а також тип транспортних засобів, витрати на паливо та технічне обслуговування, податки та амортизаційні відрахування. Отриманий результат дозволить обґрунтувати вибір типу транспортного засобу, раціональний маршрут доставки вантажу в реальному масштабі часу, тим самим знизити загальні витрати на доставку.

Виходячи з вищевикладеного, основною аргументацією наукового дослідження є пошук рішень по розрахунку питомих витрат на вантажні перевезення у місті. Шляхами такого пошуку є розробка математичної моделі, яка враховує всі складові транспортного процесу. Практичною значимістю такого дослідження є зменшення витрат на транспортне обслуговування в межах міста.

### **Аналіз останніх досліджень**

У роботі [1] проведено аналіз процесу функціонування транспортно-складського комплексу та формалізовано критерій ефективності. Цей показник являє собою питомі витрати на переробку вантажу і враховує витрати власника вантажу, пов'язані із простоем автомобілів, що очікують обслуговування. Проведене дослідження свідчить про актуальність використання критеріальних оцінок різних логістичних систем у процесі їх функціонування, які буде використано в подальших дослідженнях.

Авторами роботи [2] виконано аналіз тенденцій розвитку міських вантажних перевезень та розроблено критерій його економічної доцільності. Представлено метод оцінки вантажних перевезень міста на основі інформації про вантажопотоки. Завдяки створенню інформаційної матриці, обґрунтовано тарифи на міські вантажні перевезення. Приведено результати, які дають змогу зробити висновки, що економічний критерій є доцільним при виборі міських маршрутів.

Авторами роботи [3] наведено аналіз існуючої системи ціноутворення на вантажні перевезення та зроблено висновок, що при розрахунках витрат перевізники не враховують час простоїв, паркування, а також податок. Авторами роботи робиться висновок про облік величини податків у загальних витратах на транспортне обслуговування.

У роботі [4] представлено методи оптимізації витрат на вантажні перевезення. Доведено, що сумарні витрати необхідно розділити на три категорії: тарифи на перевезення; оцінка заторів і збільшення часу знаходження на маршруті; витрати на будівництво і ремонт доріг. Такий підхід, на думку авторів, дозволить більш точно оптимізувати транспортні витрати.

Дослідження, представлені в роботі [5], враховують не тільки параметри перевізного процесу, а й тип транспортних засобів. Це дозволяє авторам враховувати не тільки витрати на паливо, а й витрати на технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів.

Становить інтерес методичний підхід до розрахунків витрат, що було наведено у роботі [6]. Автори роблять висновок, що при розрахунках загальних витрат на транспортне обслуговування не враховується показник надійності логістичних операцій. У статті наведено приклади розрахунків витрат з різним рівнем надійності, що дозволяє зробити висновок про облік показника надійності в сумарних витратах визнається значущим.

У роботах [7, 8] при розрахунках сумарних витрат застосовуються питомі показники, грн/т. При цьому сумарні витрати враховують три складові: тарифи на перевезення; витрати на паливо та технічне обслуговування транспортних засобів; заробітна плата, податки та амортизаційні відрахування. На наш погляд такий підхід більш повно дозволяє оцінити загальні витрати та привести їх до питомого показника.

## Формулювання мети дослідження

Одним із завдань цього дослідження є розробка сумарного (інтегрального) критерію питомих витрати на міські вантажні перевезення та отримання залежностей зміни критерію від впливу різних факторів і робочих параметрів транспортного процесу.

## Методичний підхід в проведенні досліджень

Важливим показником роботи логістичної системи вантажних міських перевезень є величина витрат, які включають наступні складові.

На підставі робіт [7, 8], які присвячені економічним критеріям, можна зробити висновок, що доцільніше застосовувати питомі критерії або параметри, які враховують витрати на одну тону перевезеного вантажу, розмірність грн/т.

Першою складовою витрат є поточні витрати, які формує прийнятий тариф на перевезення вантажу. Такий тариф визначається ринком і має розмірність грн/км.

Вираз, по якому можна визначити питомі витрати, пов'язані з ринковою величиною тарифу, можна представити в наступному вигляді:

$$B_1 = \frac{l_m^2 \cdot T_{nep} \cdot \omega}{m \cdot v_{mex} \cdot K_H}, \text{ грн/т}, \quad (1)$$

де  $B_1$  - витрати на транспортне обслуговування, які залежать від тарифу, грн/т;  $l_m$  - відстань маршруту, км;  $T_{nep}$  - тариф на перевезення, грн/км;  $\omega$  - частота надходження заявок на обслуговування у ЛЦ, 1/година;  $m$  - маса вантажу, т;  $v_{mex}$  - технічна швидкість транспортного засобу на маршруті, км/год;  $K_H$  - коефіцієнт, який оцінює надійність функціонування логістичної системи, розраховується за роботою [9].

Як показує вираз (1), збільшення маси перевезеного вантажу  $m$ , технічної швидкості на маршруті  $v_{mex}$  і коефіцієнта надійності  $K_H$  буде сприяти зниженню питомих витрат на перевезення.

Другою складовою витрат є поточні витрати, пов'язані з витратою палива транспортними засобами під час виконання замовлення. Ґрунтуючись на роботах [7, 8], можна записати вираз:

$$B_2 = \frac{N_{авт} \cdot v_{mex} \cdot t_{\Sigma} \cdot C_{II} \cdot 0,01G_{II}}{m \cdot K_H \cdot \beta \cdot \gamma}, \text{ грн/т}, \quad (2)$$

де  $N_{авт}$  - кількість автомобілів, що перебувають в наряді;  $t_{\Sigma}$  - сумарний час виконання замовлення з урахуванням затримок, година;  $C_{II}$  - вартість одного літра палива, грн/л;  $G_{II}$  - витрата палива автомобілем у міському циклі руху, л/100 км;  $\beta$  - коефіцієнт, який враховує наявність холостого пробігу (коефіцієнт використаного пробігу);  $\gamma$  - коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля.

Аналіз виразу (2) дозволяє зробити висновок, що збільшення сумарного часу на транспортне обслуговування  $t_{\Sigma}$ , [9], збільшує витрати. Одночасно, збільшення коефіцієнта

надійності  $K_H$ , а також коефіцієнтів використання пробігу  $\beta$  і використання вантажопідйомності  $\gamma$ , буде сприяти зниженню витрат  $B_2$ .

Третьою складовою витрат є витрати, які враховують заробітну плату водіїв, витрати на технічне обслуговування автомобілів та амортизаційні витрати, які залежать від початкової вартості автомобіля.

Вираз для розрахунків третьої складової витрат можна представити в наступному вигляді:

$$B_3 = \frac{N_{авт} \cdot K_{B-P} \cdot t_{\Sigma} \cdot C_{\epsilon,zn}}{m \cdot K_H} + \frac{0,00041 \cdot C_{авт} \cdot N_{авт}}{m \cdot K_H}, \text{ грн/т}, \quad (3)$$

де  $K_{B-P}$  - коефіцієнт, який враховує збільшення сумарного часу доставки вантажу на вантажно-розвантажувальні роботи,  $K_{B-P} = 1,15 - 1,3$ ;  $C_{\epsilon,zn}$  - погодинна ставка заробітної плати водія, грн/год;  $C_{авт}$  - початкова вартість автомобіля, грн.

Коефіцієнт 0,00041 враховує витрати на технічне обслуговування автомобіля, які дорівнюють 5%  $C_{авт}$  та амортизаційні витрати, які дорівнюють 10%  $C_{авт}$  у рік, віднесені до одного дня експлуатації.

Сумарні, інтегральні питомі витрати на міські вантажні перевезення виразимо наступною формулою:

$$B = B_1 + B_2 + B_3, \quad (4)$$

Аналіз отриманих формул (1) - (4) дозволяє зробити висновок, що питомі витрати на транспортне міське обслуговування залежать від дальності перевезення, маси вантажу, коефіцієнтів надійності, використання пробігу й вантажопідйомності, сумарного часу знаходження в наряді, тарифу на перевезення і витрат палива. Представлена величина питомих витрат, формула (4), може виступати економічним інтегральним критерієм міських вантажних перевезень у процесі розв'язку оптимізаційних задач на вибір маршрутів. Даний критерій повинен прагнути до мінімуму.

### Результати досліджень

Виконаємо моделювання впливу різних параметрів транспортного процесу на сумарні питомі витрати, які відображають ефективність міських вантажних перевезень.

Залежності зміни сумарних питомих витрат  $B$  при зміні довжини маршруту  $l_m$  і наявності заторів на маршруті  $IR$  [10], представлено на рис. 1, а при зміні маси перевезеного вантажу  $m$  і наявності заторів на маршруті, на рис. 2.

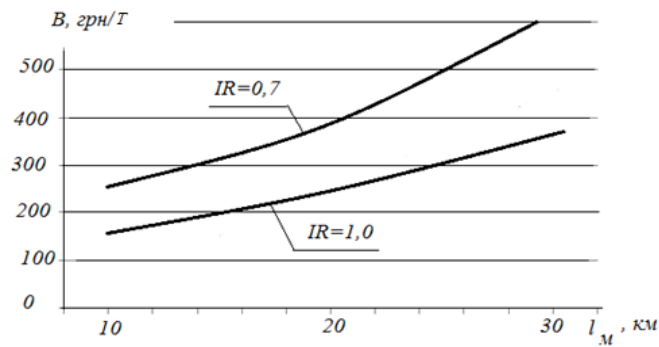


Рис.1. Залежності зміни величини питомих витрат  $B$  логістичної системи при різній довжині маршруту  $l_m$  і наявності заторів на маршруті  $IR$

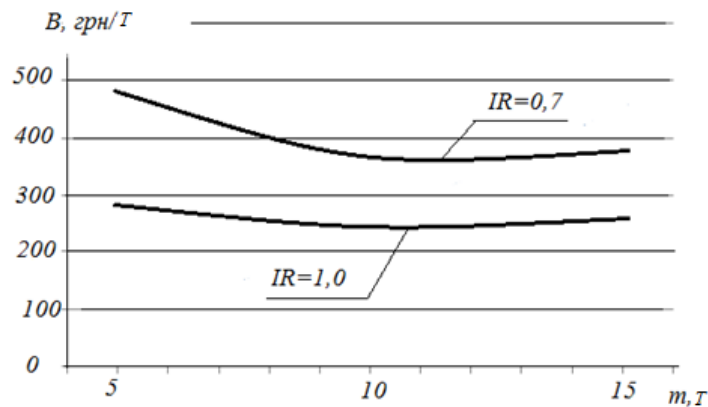


Рис.2. Залежності зміни величини питомих витрат  $B$  логістичної системи при різній масі перевезеного вантажу  $m$  і наявності заторів на маршруті  $IR$

Як випливає із аналізу результатів моделювання, збільшення довжини маршруту  $l_m$  збільшує питомі витрати в 2-3 рази, отже  $l_m$  є більш значимим параметром, ніж наявність заторів на маршруті  $IR$ . Результати моделювання показують, що при зменшенні  $IR$  від 1 до 0,7, питомі витрати збільшуються в 1,59-1,6 раз.

Аналіз залежностей на рис. 2 дозволяє стверджувати: вплив величини маси перевезеного вантажу на питомі витрати має оптимум. Якщо збільшення заторів на маршруті ( $IR$  зменшується від 1 до 0,7) приводить до збільшення питомих витрат в 1,49-1,6 раз, то при зміні маси перевезеного вантажу існує оптимум.

Роль логістичного центру (ЛЦ) в загальній частці питомих витрат на транспортне обслуговування представлена залежностями на рис. 3 - 4.

Аналіз залежностей, представлених на рис. 3 дозволяє оцінити ступінь впливу маси перевезеного вантажу і часу, який необхідно для обслуговування однієї заявки в ЛЦ,  $t_{ЛЦ}$ . При збільшенні  $t_{ЛЦ}$  питомі витрати збільшуються в 1,16-1,52 рази, а зміна маси перевезеного вантажу має оптимум, який відповідає  $m=10$  т і має місце при більших значеннях  $t_{ЛЦ}$  (незначної потужності ЛЦ).

Характер впливу на питомі витрати довжини маршруту  $l_m$  й часу  $t_{ЛЦ}$  представлений на рис. 4. Із залежностей випливає, що ступінь впливу  $t_{ЛЦ}$  на величину  $B$  аналогічна представленим вище залежностям, а довжина маршруту збільшує питомі витрати в 2,3-2,55 раз.

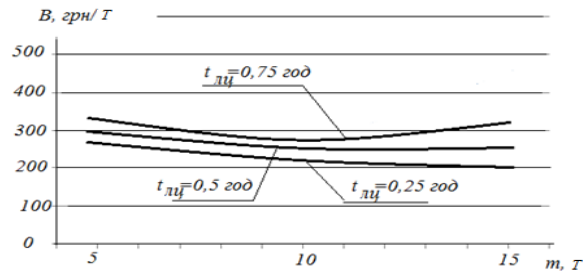


Рис.3. Залежності зміни величини питомих витрат  $B$  логістичної системи при різній масі перевезеного вантажу  $m$  і часу оформлення однієї заявки в ЛЦ -  $t_{ЛЦ}$

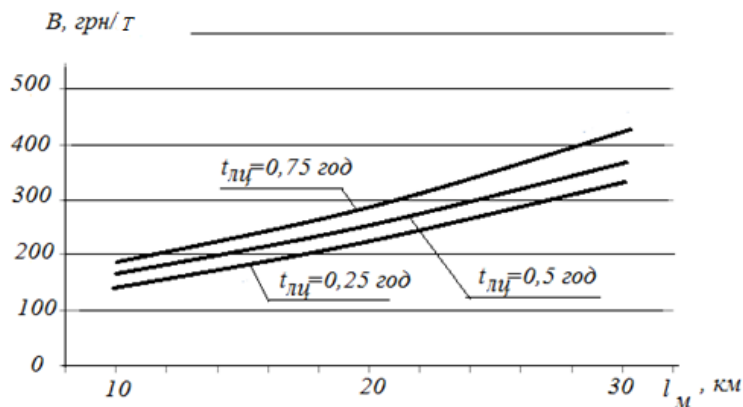


Рис.4. Залежності зміни величини питомих витрат  $B$  логістичної системи при різній довжині маршруту  $l_m$  і часу оформлення однієї заявки в ЛЦ,  $t_{ЛЦ}$

Вплив частоти надходження заявок на обслуговування в ЛЦ,  $\omega$ , розмірність – кількість заявок/година, яке представлено залежностями на рис. 5, дозволяє зробити висновок, що при зміні маси перевезеного вантажу існує оптимум, який характерний для  $m=10$  т. Збільшення кількості заявок на обслуговування в одиницю часу збільшує  $B$ , тому що вимагає збільшення потужності ЛЦ.

Представлені результати моделювання ступені впливу ЛЦ на питомі витрати, рис. 3 - 5, дозволяють стверджувати, що потужністю логістичного центру необхідно управляти. Збільшення потужності ЛЦ буде сприяти зниженню часу обслуговування однієї заявки -  $t_{ЛЦ}$ , що буде знижувати питомі витрати на транспортне обслуговування. При цьому, збільшення довжини маршруту однозначно збільшує питомі витрати, а маса перевезеного вантажу має оптимум.

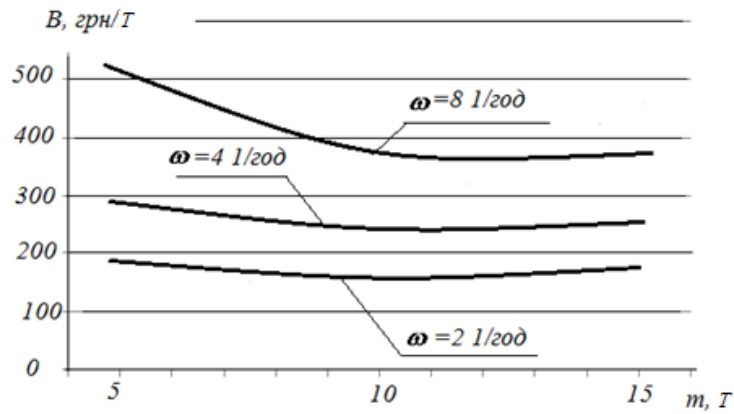


Рис.5. Залежності зміни величини питомих витрат  $B$  логістичної системи при різній масі перевезеного вантажу  $m$  і частоті вступу заявок у ЛЦ  $\omega$

Ступінь впливу на величину питомих витрат коефіцієнтів використання пробігу  $\beta$  і коефіцієнта використання вантажопідйомності  $\gamma$ , зміна яких має місце при вантажних міських перевезеннях, представлено залежностями на рис. 6 - 7.

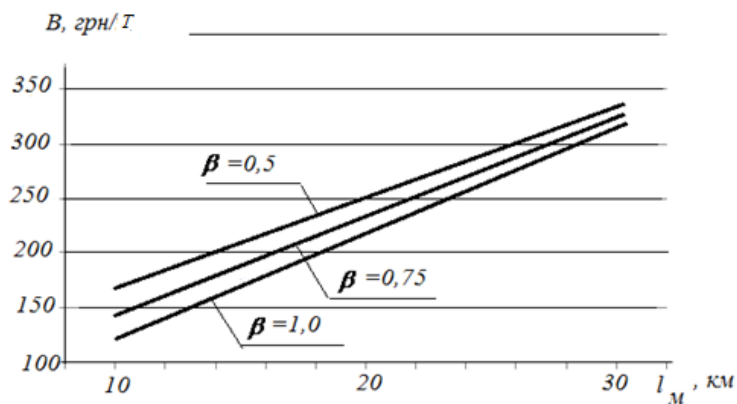


Рис.6. Залежності зміни величини питомих витрат  $B$  логістичної системи при різній довжині маршруту  $l_m$  і коефіцієнті використання пробігу  $\beta$

Зменшення коефіцієнта використання пробігу з величини  $\beta = 1$  до  $\beta = 0,5$  збільшує питомі витрати в 1,13-1,22 рази. При цьому, збільшення довжини маршруту, рис. 6, сприяє збільшенню питомих витрат в 2,29-2,41 рази, а вплив маси перевезеного вантажу, рис. 7, має оптимум. Необхідно відзначити, що оптимум існує для  $\beta < 1$ .

Аналогічні і залежності, які характеризують ступінь впливу коефіцієнта використання вантажопідйомності автомобілів на питомі витрати, рис. 8 і 9. Зменшення величини  $\gamma$  від 1 до 0,5 збільшує питомі витрати в 1,17-1,36 раз. При цьому, збільшення довжини маршруту, рис. 8, збільшує питомі витрати в 2,17-2,33 рази, а збільшення маси перевезеного вантажу має оптимум, який явно виражений при  $\gamma = 1$  і стає менш вираженим при зменшенні  $\gamma$  від 1 до 0,5, рис. 9.



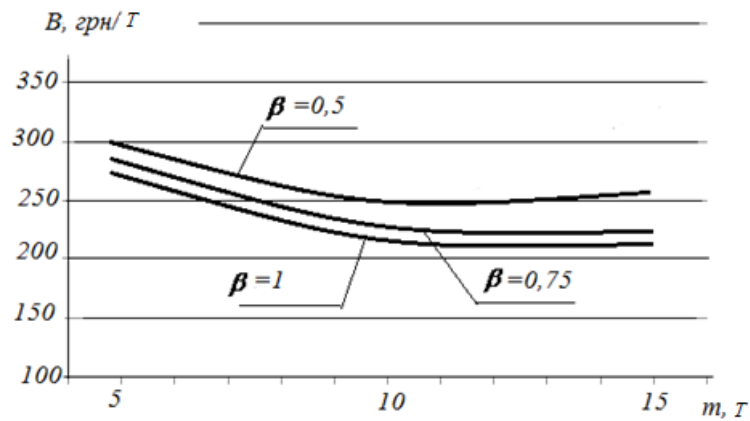


Рис.7. Залежності зміни величини питомих витрат  $B$  логістичної системи при різній масі перевезеного вантажу  $m$  і коефіцієнті використання пробігу  $\beta$

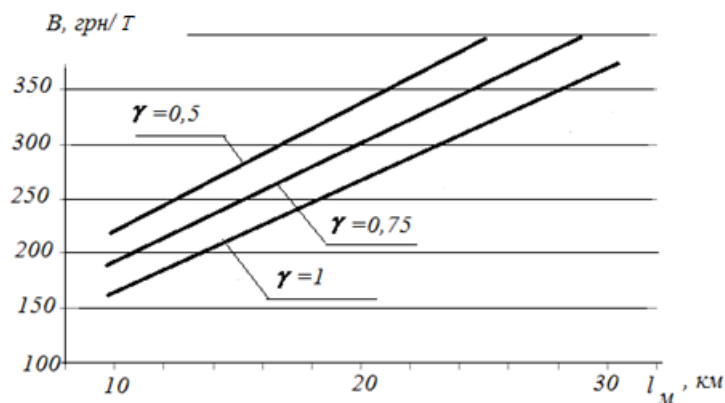


Рис.8. Залежності зміни величини питомих витрат  $B$  логістичної системи при різній довжині маршруту  $l_m$  і коефіцієнті використання вантажопідйомності автомобіля  $\gamma$

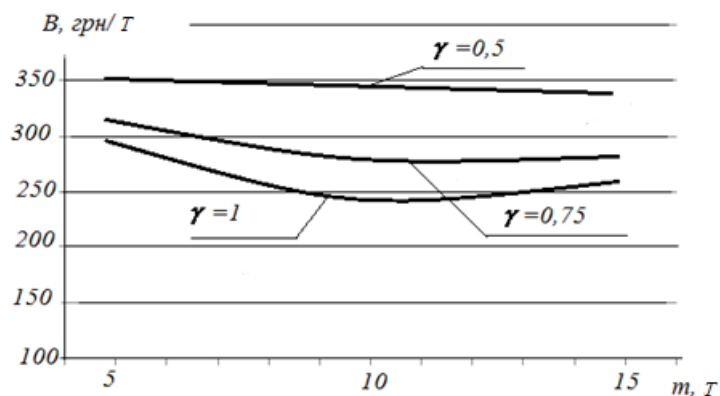


Рис.9. Залежності зміни величини питомих витрат  $B$  логістичної системи при різній масі перевезеного вантажу  $m$  і коефіцієнті використання вантажопідйомності автомобіля  $\gamma$

### Аналіз результатів досліджень

Проведене моделювання впливу різних факторів і робочих параметрів транспортного процесу міських вантажних перевезень у межах прийнятих обмежень, дозволяє стверджувати, що питомі витрати на транспортне обслуговування  $B$ , грн/т, однозначно

збільшуються при збільшенні довжини маршруту, однак, при цьому, мають оптимум при зміні маси перевезеного вантажу.

Встановлено, що на існування оптимуму впливають коефіцієнт використання пробігу і коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобілів.

Показано вплив логістичного центру (потужності логістичного центру) на питомі витрати транспортного обслуговування. Недостатня потужність ЛЦ збільшує час оформлення однієї заявки, що приводить до збільшення сумарних питомих витрат. Це дозволяє зробити висновок, що потужністю логістичного центру необхідно управляти.

Отримані результати моделювання дозволяють обґрунтувати і розробити блок-схему розрахункової програми, яка разом з інтернет-ресурсами дозволить приймати рішення при виборі раціональних маршрутів міських вантажних перевезень.

## Висновки

1. Розроблено математичну модель питомих витрат на транспортне обслуговування міських вантажних перевезень. Модель враховує три види витрат: питомі витрати, пов'язані із прийнятим тарифом на перевезення вантажу; питомі витрати, пов'язані з витратами палива транспортними засобами з урахуванням коефіцієнтів використання пробігу і вантажопідйомності і питомі витрати на заробітну плату водіїв, технічне обслуговування автомобілів і амортизаційними витратами. Сумарне значення отриманих питомих витрат є економічним критерієм вибору оптимальних маршрутів на транспортне обслуговування.

2. Проведене моделювання впливу різних факторів і робочих параметрів транспортного процесу міських вантажних перевезень дозволяє стверджувати, що питомі витрати на транспортне обслуговування  $B$ , грн/т, однозначно збільшуються при збільшенні довжини маршруту, однак, при цьому, мають оптимум при зміні маси перевезеного вантажу. Встановлено, що на існування оптимуму впливають коефіцієнт використання пробігу і коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобілів.

3. Показано роль ЛЦ (потужності ЛЦ) на питомі витрати транспортного обслуговування. Недостатня потужність ЛЦ збільшує час оформлення однієї заявки, що приводить до збільшення сумарних питомих витрат. Це дозволяє зробити висновок, що потужністю логістичного центру необхідно управляти.

## Список використаних джерел

1. Shramenko, N. Y. Effect of process-dependent parameters of the handling-and-storage facility operation on the cargo handling cost / Shramenko, *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*, 5/3 (77), pp. 43–47. 2015. DOI: [10.15587/1729-4061.2015.51396](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51396)
2. R.M. Zhang, L. Huang. Application of the freight rate on freight flow forecast, *Advances in Transportation Studies . Special Issue*, Vol.3, p.61-68. 2017.
3. Hansen I. Determination and Evaluation of Traffic Congestion Costs. *European Journal of Transport and Infrastructure Research* , 1, no.1, pp. 61 – 72. 2001.
4. Xiaoning Zhang. Editorial: Optimisation methods of road pricing / *European Journal of Transport and Infrastructure Research* / Issue 14(1), 2014 pp. 1-6 ISSN: 1567-7141.
5. Аземша С. Зависимость себестоимости международных автомобильных перевозок грузов от параметров транспортных средств и перевозочного процесса. *Transport and Telecommunication* Vol.7, No 4, с. 57-60. 2006.

6. Lukinskiy V., Lukinskiy VI. Evaluation of the Influence of the Logistic Operations Reliability on the Total Costs of a Supply Chain. *Transport and Telecommunication*, volume 17, no. 4, 307–313. 2016. DOI 10.1515/ttj-2016-0027.

7. Войтов В.А., Музильов Д.О., Бережна Н.Г., Щербакова В.В. Економічна ефективність функціонування транспортно-логістичного комплексу під час збирання цукрового буряку з урахуванням показника надійності, *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*: ХНТУСГ. – 2018. – №. 12. – С. 272–280.

8. Vojtov, V.A., Muzylyov, D.A., Berezchnaja, N.G. Integrated approach in calculation of the economic effect of the functioning of the transport and logistic complex with the account of the risk factor, *International academy journal Web of Scholar*. – March 2018. – 3(21), Vol.1. – P. 12–18.

9. Vojtov V., Kutiya O., Berezchnaja N., Karnaukh M., Bilyaeva O. Modeling of reliability of logistic systems of urban freight transportation taking into account street congestion. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4, no. 3 (100), pp. 15-21. 2019. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.175064.

10. Кутья О.В. Разработка математической модели городских грузовых перевозок, *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*, 2019, вип.15, с.159-163.

### References

1. Shramenko, N. Y. (2015). Effect of process-dependent parameters of the handling-and-storage facility operation on the cargo handling cost. *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*, 5/3 (77), 43-47. doi: 10.15587/1729-4061.2015.51396.

2. Zhang, R.M., Huang, L. (2017). Application of the freight rate on freight flow forecast. *Advances in Transportation Studies . Special Issue*, Vol.3, p.61-68.

3. Hansen, I. (2001). Determination and Evaluation of Traffic Congestion Costs. *European Journal of Transport and Infrastructure Research* , 1, no.1, pp. 61 – 72.

4. Xiaoning, Z. (2014). Editorial: Optimisation methods of road pricing. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. Issue 14(1), pp. 1-6. ISSN: 1567-7141.

5. Azemsha, S. (2006). Zavisimost sebestoimosti mezhdunarodnyih avtomobilnyih perevozok gruzov ot parametrov transportnyih sredstv i perevozochnoho protsessa. *Transport and Telecommunication*. Vol.7, No 4, s. 57-60.

6. Lukinskiy, V., Lukinskiy, VI. ( 2016). Evaluation of the Influence of the Logistic Operations Reliability on the Total Costs of a Supply Chain. *Transport and Telecommunication*, volume 17, no. 4, 307–313. DOI 10.1515/ttj-2016-0027.

7. Voytov, V.A., Muzilov, D.O., Berezchna, N.G., Scherbakova, V.V. (2018). Ekonomichna efektyvnist funktsionuvannya transportno-logistichnogo kompleksu pid chas zbirannya tsukrovogo buryaku z urahuvannyam pokaznika nadiynosti. *Tehnichniy servis agropromislovogo, lisovogo ta transportnogo kompleksiv*: HNTUSG. #. 12. – S. 272–280.

8. Vojtov, V.A., Muzylyov, D.A., Berezchnaja, N.G. (2018). Integrated approach in calculation of the economic effect of the functioning of the transport and logistic complex with the account of the risk factor. *International academy journal Web of Scholar*. 3(21), Vol.1. – P. 12–18.

9. Vojtov, V., Kutiya, O., Berezchnaja, N., Karnaukh, M., Bilyaeva, O. (2019). Modeling of reliability of logistic systems of urban freight transportation taking into account street congestion.

Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 4, no. 3 (100), pp. 15-21.  
DOI: 10.15587/1729-4061.2019.175064.

10. Kutiya, O.V. (2019). Razrabotka matematicheskoy modeli gorodskih gruzovyh perevozk. Tehnichnij servis agropromislovogo, lisovogo ta transportnogo kompleksiv. – HNTUSG.15, 159–163.