

УДК 656.02

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2020.4.3>

П.В. ЛУБ'ЯНИЙ

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0003-2668-5063

О.А. ВОЙТОВИЧ

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0003-0510-4362

Н.П. ЛУБ'ЯНА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0003-2516-7969

## МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ

У даній роботі розглянута модель процесу створення транспортно-вантажного центру у разі доставки багатомономенклатурної продукції в рамках логістичного ланцюга.

Мета дослідження створити транспортно-вантажний центр, який дозволяє виключати будівництво складів у виробників продукції, доставляти потоки продукції в транспортні партії - вагонні або контейнерні відправки. Перевозити вантажі спочатку до транспортно-вантажного центру, а потім після формування відправки доставляти одержувачу вигідно, якщо досягається економія часу на всьому маршруті проходження вантажу і забезпечується доставка «точно в термін» при оптимальному використанні технічних засобів усіх видів транспорту. При створенні та використанні транспортно-вантажного центру в рамках логістичного ланцюга для прискорення доставки вантажу одержувачу, скорочення тривалості накопичення і зберігання вантажу на транспортну партію як регулятори матеріальних потоків.

В результаті досліджень запропоновано методику визначення доцільності участі транспортно-вантажного центру в обслуговуванні матеріального потоку дозволяє здійснювати вибір найбільш вигідного способу перевезення споживчих товарів в міжрегіональному повідомленні з точки зору доставки «точно в термін» і з найменшими витратами. Це дає можливість ідентифікувати оптимальну партію вантажу, а також визначати умови економічної доцільності створення транспортно-вантажного центру на каналі вантажопотоків при моделюванні функціонування виробничо-транспортного логістичного ланцюга.

Ключові слова: логістичний ланцюг, транзит, транспортна система, економічна доцільність, матеріальний потік, вантаж, час доставки.

П.В. ЛУБ'ЯНИЙ

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0003-2668-5063

О.А. ВОЙТОВИЧ

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0003-0510-4362

Н.П. ЛУБ'ЯНА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0003-2516-7969

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ГРУЗОВ

В данной работе рассмотрена модель процесса создания транспортно-грузового центра в случае доставки многоменклатурной продукции в рамках логистической цепи.

Цель исследования создать транспортно-грузовой центр, который позволяет исключать строительство складов производителей продукции, доставлять потоки продукции в транспортные партии - вагонные или контейнерные отправки. Перевозить грузы сначала в транспортно-грузового центра, а затем после формирования отправки доставлять получателю выгодно, если достигается экономия времени на всем маршруте следования груза и обеспечивается доставка «точно в срок» при оптимальном использовании технических средств всех видов транспорта. При создании и использовании транспортно-грузового центра в рамках логистической цепи для ускорения доставки груза получателю, сокращение продолжительности накопления и хранения груза на транспортную

партию как регуляторы материальных потоков.

В результате исследований предложена методика определения целесообразности участия транспортно-грузового центра в обслуживании материального потока позволяет осуществлять выбор наиболее выгодного способа перевозки потребительских товаров в межрегиональном сообщении с точки зрения доставки «точно в срок» и с наименьшими затратами. Это дает возможность идентифицировать оптимальную партию груза, а также определять условия экономической целесообразности создания транспортно-грузового центра на канале грузопотоков при моделировании функционирования производственно-транспортной логистической цепи.

Ключевые слова: логистическая цепь, транзит, транспортная система, экономическая целесообразность, материальный поток, груз, время доставки.

P.V. LUBYANY

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0003-2668-5063

O. A. VOYTOVICH

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0003-0510-4362

N.P. LUBYANAYA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0003-2516-7969

## LOGISTICS CENTER MODELING WHEN CARRIING CARGO

*This paper considers the model of the process of creating a transport and freight center in the case of delivery of multi-item products within the logistics chain.*

*The purpose of the study is to create a transport and freight center, which eliminates the construction of warehouses from manufacturers, to deliver product flows in transport batches - wagon or container shipments. To transport goods first to the transport and cargo center, and then after the formation of the shipment to deliver to the recipient is advantageous if time savings are achieved on the entire route of delivery and delivery is provided "just in time" with optimal use of technical means of all modes of transport. When creating and using the transport and cargo center within the logistics chain to accelerate the delivery of goods to the recipient, reduce the duration of accumulation and storage of goods on the transport party as regulators of material flows.*

*As a result of research the technique of definition of expediency of participation of the transport and cargo center in service of a material stream allows to carry out a choice of the most favorable way of transportation of consumer goods in the interregional message from the point of view of delivery "just in time" and with the least expenses. This makes it possible to identify the optimal consignment, as well as to determine the conditions of economic feasibility of creating a transport and cargo center on the channel of freight flows in modeling the functioning of the production and transport logistics chain.*

*Keywords: logistics chain, transit, transport system, economic feasibility, material flow, cargo, delivery time.*

### Постановка проблеми

У наш час досить актуальною є проблема доставки товарів «точно в термін» в міжрегіональному повідомленні. У зв'язку з тим, що такого роду доставку необхідно виконувати з мінімальними витратами трудових, матеріальних і грошових ресурсів, при побудові логістичного каналу вантажопотоку необхідно оптимізувати технічні і технологічні параметри транспортної системи. Найбільш істотним фактором технічної і технологічної структури каналів є форма матеріально-технічного транзитного постачання, коли доставка вантажів здійснюється вагонними партіями, контейнерами і їх модифікаціями.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

У багатьох роботах логістичне підприємство розглядається як самостійна одиниця й основна увага приділяється операціям, пов'язаним з уведенням і виведенням матеріалопотоку [1]. В інших дослідженнях інтерес сконцентрований на деталях проходження матеріалопотоку усередині підприємства. Розходження підходів не заперечує принципів системного розгляду логістики, а має на увазі необхідність локальної оптимізації окремих ланок логістичного ланцюга.

Загальним для цих двох підходів є розгляд часу доставки ресурсів як одного із провідних показників (факторів) логістичного ланцюга. Загальний час доставки ресурсів розділяють на час, необхідний для виконання якої-небудь операції (відвантаження, комплектування, відправлення, час у дорозі), і час, необхідний для того, щоб почати цю операцію [2].

Коли замовлення виконуються за допомогою додаткового замовлення зі складу готової

продукції виробника, значну частину часу виконання замовлення становить час транспортування продукції різними видами транспорту, що розраховується по наступних формулах [3, 5]:

- залізничний транспорт ( $T_{\text{ж}}$ ):

$$T_{\text{ж}} = T_{\text{нк}} + \frac{24 \cdot L}{V_{\text{н}}^{\text{ж}}} + T_{\text{д}}^{\text{ж}}, \quad (1)$$

де  $T_{\text{нк}}$  - час на початково-кінцеві операції, год;

$L$  - відстань перевезення, км;

$V_{\text{н}}^{\text{ж}}$  - норма пробігу вагона в добу, км/доб;

$T_{\text{д}}^{\text{ж}}$  - час на додаткові операції на залізничному транспорті, год;

- морський транспорт ( $T_{\text{м}}$ ):

$$T_{\text{м}} = \frac{24 \cdot L}{V_{\text{к}}}, \quad (2)$$

де  $V_{\text{к}}$  - комерційна швидкість, км/доб; визначається по формулі:

$$V_{\text{к}} = \frac{L}{\frac{L}{V_{\text{сут}}} + \frac{2\beta D_{\text{с}}}{M_{\text{н}}} + T_{\text{д}}^{\text{м}}}, \quad (3)$$

де  $V_{\text{сут}}$  - експлуатаційна швидкість судів, що працюють на даній лінії, км/доб;

$\beta$  - коефіцієнт використання вантажопідйомності;

$D_{\text{с}}$  - вантажопідйомність судна, т;

$M_{\text{н}}$  - середньозважена добова норма вантажних робіт у порту відправлення й призначення, т/доб;

$T_{\text{д}}^{\text{м}}$  - час на додаткові операції на морському транспорті, год;

- річковий транспорт ( $T_{\text{р}}$ ):

$$T_{\text{р}} = T_0 + \frac{24 \cdot L}{V_{\text{н}}^{\text{р}}} + T_{\text{д}}^{\text{р}}, \quad (4)$$

де  $T_0$  - час на нагромадження, формування й відправлення вантажів, год;

$V_{\text{н}}^{\text{р}}$  - норма пробігу судна в добу, км/доб;

$T_{\text{д}}^{\text{р}}$  - час на додаткові операції на річковому транспорті, год;

- автомобільний транспорт ( $T_{\text{а}}$ ):

$$T_{\text{а}} = T_{\text{нк}} + \frac{L}{V_{\text{з}}}, \quad (5)$$

де  $V_{\text{з}}$  - експлуатаційна швидкість, км/год.

Використання різних засобів комунікації, техніки обробки замовлень, видів транспорту й типів транспортних засобів приводить до варіювання часу виконання замовлення в широкому діапазоні.

Розходження в часі виконання замовлення безпосередньо впливає як на потребу в ресурсах, так і на надійність постачання. Тривалий час проходження замовлення приводить до росту запасів продукції на регіональних складах і маси вантажів у шляху [4].

#### Формулювання мети дослідження

Споживач може одержати продукцію через регіональний склад або безпосередньо у виробника. Природно, у цих випадках час виконання замовлення буде різним. Він залежить не тільки від наявності продукції на складі в момент обігу споживача, але й від використання різних транспортних засобів для доставки продукції, правил видачі замовлень, техніки обробки замовлень й ін. за участю транспортно-вантажного центру (ТВЦ). ТВЦ створюють у разі доставки багатонаменклатурної продукції в рамках логістичного ланцюга. Створення ТВЦ дозволяє виключати будівництво складів у виробників продукції, доставляти потоки продукції в транспортні партії - вагонні або контейнерні відправки. Перевозити вантажі спочатку на ТВЦ, а потім після формування відправки доставляти одержувачу вигідно, якщо досягається економія часу на всьому маршруті проходження вантажу і забезпечується доставка «точно в термін» при оптимальному використанні технічних засобів усіх видів транспорту. При створенні та використанні ТВЦ в рамках логістичного ланцюга для прискорення доставки вантажу одержувачу, скорочення тривалості накопичення і зберігання вантажу на транспортну партію як регулятором матеріальних потоків необхідним є вирішення наступних завдань:

- 1) визначення доцільності участі ТВЦ в обслуговуванні матеріального потоку з точки зору доставки «точно в термін»;
- 2) визначення економічної доцільності участі ТВЦ в каналі вантажопотоків з метою економії

експлуатаційних витрат.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Переходячи до розгляду першого завдання, слід підкреслити, що її постановка в значній мірі обумовлена ринковими ставленням суб'єктів транспортного ринку. Доставка вантажу згідно договірному часу із застосуванням договірних тарифів - це необхідна умова організації взаємин між залізничними дорогами і споживачами транспортних послуг в умовах ринкових відносин. У математичній формі умова функціонування ТВЦ при обслуговуванні матеріального потоку записується в такий спосіб:

$$T_T - T_P \geq \Delta t, \quad (6)$$

де  $T_T$ ,  $T_P$  - час доставки відповідно по транзитному варіанту з урахуванням накопичення вантажів і за участю ТВЦ;

$\Delta t$  - ефект, що виражається в скороченні часу доставки, який досягається за рахунок участі ТВЦ в обслуговуванні матеріального потоку, год.

При вирішенні даного завдання виходимо з таких припущень:

- доставка вантажів в ТВЦ з пунктів відправлення здійснюється автомобільним транспортом, а при транзитному варіанті - по залізниці;
- тривалість доставки вантажу від пункту відправлення до пункту призначення відноситься до однієї транспортної партії вантажу  $q$ , величина якої приймається постійною;
- тривалість технологічних операцій, пов'язаних з прийомом і відправленням вантажів в пунктах відправлення і в ТВЦ, приймаємо незалежних від величини відправки;
- витрати часу безпосередньо на переміщення вантажу за участю ТВЦ і при транзитному варіанті організації перевезень приймаємо незалежними від варіанту доставки;
- однакові за часом елементи витрат виключаємо з процедури порівняння варіантів. При транзитному варіанті перевезень з'являються такі специфічні види витрат часу:

1) усереднене по всім пунктам відправлення  $j$ ,  $j = \overline{1, m}$  час накопичення вантажу на одну транспортну партію вантажу;

2) час на відправлення партії вантажу в пункт виробництва і операції по прибуттю в пункт призначення, що не залежить від  $j$  і рівне  $\tau_0$ .

Тоді час доставки по транзитному варіанту визначається за такою залежністю:

$$T_T = \frac{qc}{m} \sum_{j=1}^m \frac{1}{p_j} + \tau_0, \quad (7)$$

де  $c$  - параметр накопичення вантажу, ч;

$p_j$  - потужність потоку вантажів відправника на  $j$ -е призначення, т / год.

Тепер розглянемо види специфічних витрат часу за участю в обслуговуванні матеріального потоку ТВЦ:

- час на накопичення вантажу в ТВЦ на транспортну партію;
- середній час виконання додаткових технологічних операцій з прибуття і відправлення в ТВЦ для вантажів, що надходять з пунктів виробництва, віднесені до однієї відправки;
- тривалість вантажно-розвантажувальних операцій з вантажами, які прибули в ТВЦ з пунктів відправлення при доставці їх автомобільним транспортом.

Ще раз підкреслимо, що витрати часу на завантаження сформованих транспортних партій вантажу в пунктах відправлення і в ТВЦ, а також на технологічні операції з цими партіями не враховуються, так як вони приймаються однаковими при обох варіантах доставки вантажів. Тоді час доставки за участю ТВЦ розраховується за формулою:

$$T_P = \frac{qc}{\sum_{j=1}^m p_j} + \frac{q\tau_{no}}{m} \sum_{j=1}^m \frac{1}{p_j} + \frac{2\sum_{j=1}^m p_j}{mq_n}, \quad (8)$$

де  $1/p_j$  - число надходжень вантажу в ТВЦ або відправлень з пункту відправлення на  $j$ -е призначення, т;

$\tau_{no}$  - середня тривалість виконати операцію з прибуття і відправлення вантажів з одного відправкою в ТВЦ, ч. За прийнятим умові цей час одно тривалості аналогічних операцій, які виконуються в пунктах виробництва і у одержувача.

Отже, можна уявити в розгорнутому вигляді вираз (6), яке визначає умова ефективності варіанта з ТВЦ:

$$\frac{qc}{m} \sum_{j=1}^m \frac{1}{p_j} + \tau_o - \frac{qc}{\sum_{j=1}^m p_j} - \frac{q\tau_{no}}{m} \sum_{j=1}^m \frac{1}{p_j} - \frac{2 \sum_{j=1}^m p_j}{mq_n} \leq \Delta t, \quad (9)$$

де 2 - коефіцієнт, що враховує дві додаткові вантажні операції в ТВЦ; - продуктивність вантажно-розвантажувальних машин, т/год.

Як критерій вигідного обслуговування матеріального потоку за участю ТВЦ можуть бути прийняті експлуатаційні витрати. Переколивим аргументом на користь цього є те, що 1 годину зберігання і накопичення транспортної партії вантажів не еквівалентний за вартістю 1 години її обслуговування при прийомі, відправленні, навантаженні і вивантаженні.

Для використання вартісного критерію в виразі (9) слід ввести відповідні грошові показники, що характеризують вартість:

- простою транспортного засобу при навантаженні і вивантаженні в ТВЦ;
- накопичення (зберігання) однієї транспортної партії вантажу відповідно при транзитному варіанті і за участю ТВЦ;
- виконання технологічних операцій з прибуття і відправлення однієї транспортної партії вантажу в ТВЦ;
- виконання вантажних операцій з однієї транспортною партією вантажу в ТВЦ; одиничний ефект одержувача, віднесений до однієї відправки, який реалізується за рахунок скорочення часу доставки при застосуванні ТВЦ.

Для  $j$ -го одержувача економічно виправдані послуги ТВЦ, якщо різниця тарифів за перевезення менше або принаймні дорівнює сумі економії витрат, отриманої в результаті скорочення часу накопичення (зберігання) вантажу на складі відправника і якщо є додатковий ефект, який може бути реалізований одержувачем на ринку збуту продукції, або в сфері виробництва за рахунок прискорення перевезення і доставки «точно в термін»  $\Delta c_{D_j}$ :

$$\Delta c_{T_j} \leq \Delta c_{H_j} + \Delta c_{D_j}, \quad (10)$$

Величина  $c_{T_j}$  для  $j$ -го відправника включає в себе плати безпосередньо за перевезення, початкові і кінцеві операції та навантажувально-розвантажувальні роботи:

$$\Delta c_{T_j} = (c_{P_j} - c_{T_j}) \cdot p_j, \quad (11)$$

де  $c_{P_j}$  і  $c_{T_j}$  - плати за перевезення вантажний одиниці відповідно за участю ТВЦ і по транзитному варіанту, грн/т.

Економія в результаті скорочення часу зберігання вантажу (витрати на накопичення транспортної партії не залежать від  $j$ ):

$$\Delta c_{H_j} = q \cdot \left( \frac{c_{H_1}}{p_j} - \frac{c_{H_2}}{\sum_{j=1}^m p_j} \right), \quad (12)$$

Додатковий ефект одержувача на ринку збуту:

$$\Delta c_{D_j} = (c_{P_j} - c_{T_j}) \cdot p_j, \quad (13)$$

Отже, в підсумку отримаємо умову економічної доцільності для  $j$ -го споживача транспортних послуг скористатися перевагами ТВЦ:

$$(c_{P_j} - c_{T_j}) \cdot p_j \leq q \cdot \left( \frac{c_{H_1}}{p_j} - \frac{c_{H_2}}{\sum_{j=1}^m p_j} \right) + c_{e_j} \cdot \Delta t_j, \quad (14)$$

де  $c_{H_1}$ ,  $c_{H_2}$  - одиничні витрати на зберігання при транзитному варіанті перевезення і за участю ТВЦ, грн/т.

### Висновки

Запропонована методика визначення доцільності участі транспортно-вантажного центру в обслуговуванні матеріального потоку дозволяє здійснювати вибір найбільш вигідного способу перевезення споживчих товарів в міжрегіональному повідомленні з точки зору доставки «точно в термін» і найменшими витратами. Рішення поставлених завдань значно прискорюється за рахунок

застосування розробленої на основі відповідного алгоритму програми розрахунків на ЕОМ. Це дає можливість ідентифікувати оптимальну партію вантажу, а також визначати умови економічної доцільності створення ТВЦ на каналі вантажопотоків при моделюванні функціонування виробничо-транспортного логістичного ланцюга.

#### Список використаної літератури

1. Родников А.М. Логистика: Терминологический словарь. - Москва: Экономика, 1995. – 368 с.
2. Лубяный П.В. Изучение грузопотоков с помощью сети интернет/ Сборник ОНМУ. Транспорт// П.В. Лубяный, В.Ю. Еременко –Одесса: 2015. - Том 1. - С. 13-16.
3. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика: Учебник для вузов. - Москва: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 316 с.
4. Гаджинский А.М. Основы логистики: Учеб. пособие. - М.: Маркетинг, 1995. – 278 с.
5. Котлер Ф. Основы маркетинга: Пер. с англ./Общ. ред. Е.М. Пеньковой. - М.: Прогресс, 1990. – 254 с.
6. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. - М.: Мысль, 1978. – 322 с.
7. Рынок и логистика / Под ред. М.П. Гордона. - М.: Экономика, 1993. - 143 с.

#### References

1. Rodnikov A.M. Logistika: Terminologicheskij slovar'. - Moskva: Ekonomika, 1995. – 368 p.
2. Lubyanyy P.V. Izucheniye gruzopotokov s pomoshch'yu seti internet/ Sbornik ONMU. Transport // P.V. Lubyanyy, V.YU. Yeremenko – Odessa: 2015. - Tom 1. - pp. 13-16.
3. Nerush YU.M. Kommercheskaya logistika: Uchebnik dlya vuzov. - Moskva: Banki i birzhi, YUNITI, 1997. – 316 p.
4. Gadzhinskiy A.M. Osnovy logistiki: Ucheb. posobiye. - Moskva: Marketing, 1995. – 278 p.
5. Kotler F. Osnovy marketinga: Per. s angl./Obshch. red. Ye.M. Pen'kovoy. - Moskva: Progress, 1990. – 254 p.
6. Uyemov A.I. Sistemnyy podkhod i obshchaya teoriya sistem. - Moskva: Mysl', 1978. – 322 p.
7. Rynok i logistika / Pod red. M.P. Gordona. - Moskva: Ekonomika, 1993. - 143 p.