

УДК 656.029.4

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ МАТЕРІАЛЬНОГО ПОСТАЧАННЯ ЗА УМОВ ПРОГНОЗОВАНОЇ ЗМІНИ ПОПИТУ НА ПРОДУКЦІЮ

Оліскевич М. С.

THE RESEARCH OF THE STRUCTURE AND PARAMETERS OF TRANSPORTATION TECHNOLOGY SYSTEM OF MATERIAL SUPPLY UNDER PROJECTED CHANGES OF PRODUCTS DEMAND

Oliskevych M.

В статті розглядається залежність структури транспортної системи постачання продукції виробника від сукупного матеріального потоку, а також від його змін внаслідок коливання попиту. Показано, що необхідний період прогнозування потоків залежить від довжини логістичного ланцюга та його структури. Досліджено вплив операцій складування і транспортування продукції на час випередження надходження інформації. З'ясовано, що при наявному прогнозі зміни попиту на продукцію адаптація транспортно-технологічної системи відбувається з додатковими затримками часу, які потрібні для складування виробів, або з прискоренням потоків, що пов'язані із залученням додаткових транспортних засобів. Окреслено основні структурні ознаки, що мають місце в транспортній системі при зростанні її при спаданні інтенсивності дискретного матеріалопотоку.

Ключові слова: транспортно-технологічна система, матеріалопотік, затримки постачання.

Вступ. Сучасні логістичні ланцюги збуту продукції є складними, зазнають значного впливу випадкових збурень зовнішнього середовища, тому потребують додаткової уваги до системи їх керування. У зв'язку з невідповідністю інформаційних потоків матеріальним виникають необґрунтовані затримки товарів на складах, розподільчих центрах, транспортуванні. Серед вагомих причин цього: недостатність інформації, випадковий характер процесів виникнення і обслуговування вантажопотоків; часова і просторова непогодженість виконання транспортних операцій, що призводить до непродуктивних простоїв рухомого складу в очікуванні вантажних робіт, або вантажно-розвантажувальних засобів в очікуванні автомобілів, до несвоєчасної доставки товарів одержувачам і, як наслідок, – зниженню ефективності всього транспортного комплексу в цілому. До цього часу вважається, що вантажопотоки,

і автомобільні потоки, змінюючись якісно і кількісно, залишаються випадковим чинником, що робить ще більш невпорядкованими транспортно-технологічні системи (ТТС) [1].

Постановка проблеми. Циклічну транспортну систему виробництва і постачання продукції роздрібним споживачам можна розглядати як послідовно-паралельний ланцюг елементарних логістичних операцій (ЕЛО), які пов'язані організаційними параметрами: тактом τ , фронтом f , розміром гурту матеріальних елементів k , з якими здійснюють операцію. Ці параметри утворюють детерміновані залежності показників ефективності ТТС від властивостей вхідних матеріальних потоків. Так можна побудувати функцію тривалості доставки вантажів, затримок виконання операцій в транспортній схемі, необхідної кількості ресурсів для її реалізації, та інших показників від сумарної інтенсивності матеріальних потоків навіть з врахуванням випадкового характеру тривалості логістичних операцій. Однак, такі відображення є адекватними, якщо матеріальні потоки в ТТС – стаціонарні. В умовах змінного попиту на продукцію, що доставляється, відбуваються чималі коливання їх інтенсивності. У зв'язку з цим виникають одночасно дві проблеми керування логістичним ланцюгом: визначення необхідної тривалості прогнозованого щодо коливань періоду її оцінювання можливих наслідків зміни структури ТТС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вплив змінного попиту на ефективність автомобільних перевезень було досліджено в як у більш ранніх роботах Воркута А. І., а також в сучасних роботах Нефьодова В. М., Шептури О. М., Дуднікова О.М., Шраменка Н. Ю. та інших вчених. Усі дослідники намагались врахувати випадковий характер перебігу транспортного процесу через змінний вантажопотік.

Однак, ними не було враховано, що певні збурення транспортної системи приводять до її якісних змін, при яких вона вже не здатна ефективно забезпечувати доставку вантажів з меншими/більшими потоками. Не було приділено достатньо уваги на взаємодію матеріальних та інформаційних потоків у ТТС. В недавніх роботах Шраменка Н. Ю. побудовано моделі формування стратегій поведінки суб'єктів термінальної системи доставки вантажів, що дають змогу оцінювати оптимальну кількість різних ресурсів з урахуванням випадкових характеристик попиту на транспортне обслуговування [2]. Автор також вперше розвинув теорію формування інтегрованої інформаційної системи прийняття рішень стосовно формування транспортних технологій, які дають змогу враховувати інтереси всіх учасників процесу доставки та забезпечують максимізацію бажаного ефекту. Однак, в його працях не враховано, що функціонування ТТС, особливо тих де використовується автомобільний, залізничний транспорт, – це їх циклічне пристосування до умов матеріального виробництва і споживання, які утворюють дискретні матеріальні потоки. Відбувається вона на основі змін в структурі ТТС. Отже, перебіг логістичних операцій є джерелом інформаційних потоків в ТТС. Зі збільшенням інтенсивності їх структура стає складнішою. Логістичні ланцюги таких операцій є, тепер переважно, взаємопов'язаними. Різні за величиною тривалість операцій та їх випадковий характер зумовлюють наявність непродуктивних станів елементів ТТС – затримок. Отже, існують такі послідовності операцій, при яких сумарна кількість таких небажаних станів буде мінімальною.

Мета статті. Ставилась мета визначити пристосованість ТТС постачання продукції до зміни параметрів матеріального потоку, пов'язаної із коливаннями попиту на продукцію, що доставляється із врахуванням відомого прогнозу.

Результати досліджень. Процес доставки вантажів потрібно розглядати у зв'язку з їх джерелами і стоками. Якщо він є серійним, тобто циклічно повторюється, то таку ТТС можна подати у вигляді послідовності чотирьох елементарних логістичних операцій (ЕЛО): прискорення, сповільнення, розгальнення та сполучення. Ці операції відображають, практично, будь-які логістичні процеси: від виготовлення продукції, пакування, транспортування, складування – аж до споживання їх кінцевими споживачами. Їх можна змодельовати як потоки дискретних матеріальних елементів [3]. На рис.1 показано модель типової ТТС доставки вантажів від виробника В, магістральним перевезенням, до розподільчого пункту Рп і до споживачів С.

Кожна ЕЛО оцінюється трьома параметрами: тактом τ_i , розміром гурту k_i , фронтом f_i . Інтенсивність матеріального потоку на кожній i -й послідовній ЕЛО, у зв'язку з прийнятим принципом його нерозривності, є сталою і визначається за виразом:

$$\mu_i = \frac{k_i}{\tau_i} \tag{1}$$

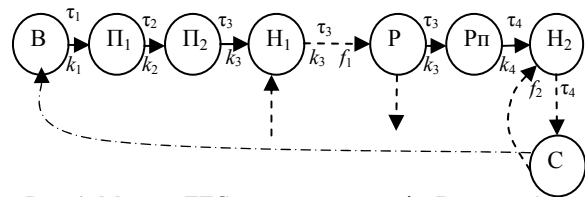


Рис. 1. Модель ТТС доставки вантажів: В – виробництво, П₁ – пакування продукції в споживчий пакет; П₂ – пакування продукції в транспортний пакет, Н₁ – навантаження на магістральний автопоїзд, Р – розвантаження, Рп – розподіл пакетів за напрямками, Н₂ – навантаження на маловантажний автомобіль, С – споживач; $\tau_1 \dots \tau_4$ – такт ЕЛО, $k_1 \dots k_4$ – розмір гурту вантажів, f_1, f_2 – фронти автотранспортних засобів на маршрутах

Якщо попит на продукцію у споживача збільшується, то інтенсивність матеріальних потоків повинна зрости. Однак, це може успішно відбутися за двох умов. Перша: до виробника В потрібно вчасно подати інформацію (на рис. 1 інформаційний потік показано штрих-пунктирною лінією). Час випередження подачі інформації – співставний з тривалістю логістичного ланцюга:

$$t_e = \tau_4 \cdot f_2 + \tau_4 + \tau_3 + \tau_3 \cdot f_1 + \tau_3 + \tau_2, \tag{2}$$

де такт кожної $i+1$ -ї ЕЛО прискорення/сповільнення визначають за виразом:

$$\tau_{i+1} = \frac{k_{i+1}}{k_i} \tau_i, \tag{3}$$

а фронт автомобілів на маршрутах – за виразом:

$$f_i = \left\lceil \frac{t_{m,i}}{\tau_i} \right\rceil, \tag{4}$$

де $t_{m,i}$ – математичне сподівання тривалості руху на i -у маршруті; вираз, взятий в квадратні дужки, округлюють до більшого цілого.

З врахуванням виразів (3) і (4), при сталих значеннях розмірів транспортних і споживчих пакетів, обсягу завантаження автотранспортного засобу, вираз (2) переписемо у вигляді:

$$t_e = \frac{1}{\mu} \left((f_1 + 1)k_4 + (f_2 + 1)k_3 + k_2 \right). \tag{5}$$

Залежність необхідного часу для виконання прогнозу попиту (часу випередження) від інтенсивності матеріального потоку заданої ТТС подано на рис. 2.

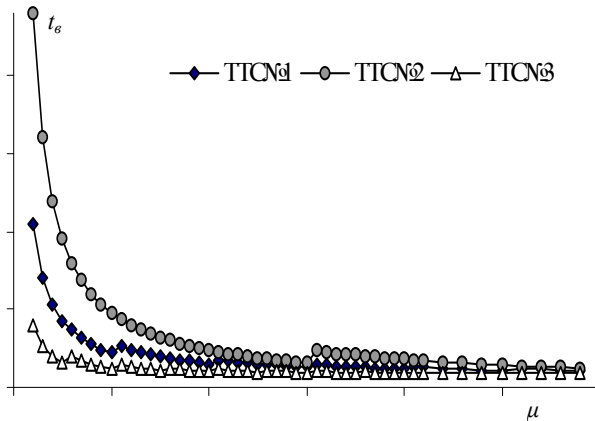


Рис. 2. Залежність необхідного випередження часу для прогнозування попиту на продукцію від інтенсивності матеріального потоку і структури ТТС, що його забезпечує

На рис. 2 подано три залежності для трьох систем: ТТС №1, модель якої подана на рис. 1; ТТС №2, яка за своїми функціями відповідає ТТС №1, але має вкорочену структуру: у неї відсутній розподільчий центр, а перевезення споживачам виконуються великовантажним магістральним автопотягом; ТТС №3 – аналогічна ТТС №2, але перевезення виконуються маловантажним АТЗ. Як видно з рис. 2, отримані залежності є кусково-неперервними. Час прогнозування – досить дорога величина. Вона опосередковано впливає на обсяг необхідної інформації для керування транспортною системою. Цей час є надто важливим для тих відмін ТТС, які характеризуються великою інтенсивністю матеріального потоку (малий такт потоку). Однак ця важливість послаблюється, якщо ТТС отримує меншу залежність від складування продукції та вантажів і більшу, – якщо логістичний ланцюг вкорочується.

Друга умова збільшення інтенсивності матеріальних потоків при зростанні попиту – це успішна адаптація ТТС до нових вимог – здатність її оперативної перебудови. Цю здатність було досліджено на такому прикладі. Допустимо, що в i -й момент часу виробником В (див. рис. 1) було прийнята інформація про необхідність збільшити матеріальний потік μ на величину $\Delta\mu$. Без порушення технології він може це зробити на чинних виробничих потужностях зменшенням такту τ_1 . Однак наступна фаза ТТС – ЕЛО пакування Π_1 , яку позначимо $i+1$, до такого імпульсу потоку не готова, тому частина продукції залишається на складах виробника незапакованою. Це показано на рис. 3 введенням додаткової ЕЛО СК₁ – складування. Як бачимо, таке введення супроводжується додатковими затримками частини матеріального потоку на один такт τ_2 . Наступна $i+2$ фаза характеризується таким ж імпульсом і, відповідно, необхідністю нового складування та новою затримкою τ_3 . Під час операції транспортування резервування вантажів є неможливим, тому має відбуватися прискорення потоку на величину $\tau_3 - \Delta\tau_3$ вико-

ристанням додаткових АТЗ. Фронт їх збільшиться на Δf_1 .

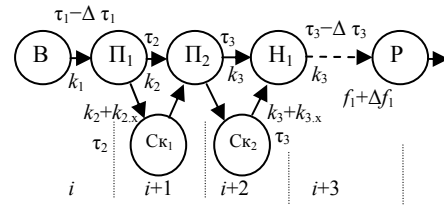


Рис. 3. Фрагмент моделі ТТС при збільшенні матеріалопотоку на $\Delta\mu$

Отже, в такій ТТС пульсація матеріалопотоку витримується шляхом: а) складування продукції/вантажів; б) залучення додаткових засобів. Випадок (а) характеризується затримками потоку, (б) – прискореннями. Сумарні затримки при додатному $\Delta\mu$ припадають тільки на частину матеріалопотоку. Тому для оцінювання ступеню адаптації ТТС до нових умов доцільно використовувати питомі затримки у переміщенні продукції на їх фізичну одиницю:

$$\Delta_k = \frac{\tau_2}{k_{2,x}} + \frac{\tau_3}{k_{3,x}} - \frac{\Delta\tau_3}{k_3} + \frac{\tau_3}{k_{3,x}} + \frac{\tau_4}{k_{4,x}}. \quad (6)$$

Якщо $\Delta\mu$ є від'ємним, тобто матеріальний потік зменшується, то така "хвиля" вздовж логістичного ланцюга вирівнюється тимчасовим зменшенням гурту матеріальних елементів: розмірів транспортних і споживчих пакетів, ступенем завантаження АТЗ. Це приводить до таких наслідків. З одного боку, прискорюється матеріальний потік за рахунок зменшення його обсягу на складах. З іншого – сповільнюється, за рахунок зменшення фронту АТЗ на транспортуванні. Зменшення розмірів пакетів також приводить до порушення технології транспортних операцій, як наслідок – здорожчання доставки. З використанням виразів (2), (3), (4) можна показати, що співвідношення такту виробництва до і після зниження матеріального потоку в ТТС є пов'язаним зі співвідношенням

$$\frac{\tau_1}{\tau_{1,1}} = 1 - \frac{\Delta k}{k_2}. \quad (7)$$

У скільки разів збільшується вхідний такт, у стільки ж зменшується розмір гурту продукції в споживчому/транспортному пакеті.

Висновки. Адаптація ТТС до нових збільшених/ зменшених значень матеріалопотоків приводить до затримок у ланцюзі постачання. Для тих систем, де операції транспортування є вагомими за тривалістю, збільшення матеріального потоку приводить до зменшення додаткових витрат часу. ТТС, які містять багато складів пристосовуються до зростання інтенсивності постачання зростанням затримок. В обох випадках мова йде про тимчасові затримки процесів, тобто здатність перебудовуватись.

Література

1. Кутах О. П. Моделирование транспортных систем / О. П. Кутах. – К.: Київ. ун-т економіки і технологій транспорту, 2004. – 196 с.
2. Шраменко Н. Ю. Розвиток теоретико-технологічних основ ефективного функціонування термінальних систем при доставці дрібнопартійних вантажів : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.01 / Н. Ю. Шраменко; Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. – Харків, 2014. – 39 с.
3. Вільковський Є.К. Методика визначення необхідної кількості автотранспортних засобів на маятникових маршрутах / Є. К. Вільковський, М. С. Олісевич, В. М. Дорош // Вісник НТУ. – 2006. – №13, Ч.2. – С.68-72.

References

1. Kutah O. P. Modeljvannja transportnih sistem / O. P. Kutah. – K.: Kiiv. un-t ekonomiki i tehnologij transportu, 2004. – 196 s.
2. Shramenko N. J. Rozvitok teoretiko-tehnologichnih osnov efektnogo funkcionuvannja terminal'nih sis-tem pri dostavci dribnopartionnih vantazhiv : avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk : 05.22.01 / N. Ju. Shramenko; Harkiv. nac. avtomob.-dorozh. un-t. – Harkiv, 2014. – 39 s.
3. Vil'kov'skij E.K. Metodika viznachennja neobhidnoi kil'kosti avtotransportnih zasobiv na majatnikovih marshrutah / E. K. Vil'kov'skij, M. S. Olishevich, V. M. Dorosh // Visnik NTU. – 2006. – №13, Ch.2. – S.68-72.

Олісевич М.С. Исследование структуры и параметров транспортно-технологической системы материального снабжения в условиях прогнозируемого изменения спроса на продукцию.

В статье рассматривается зависимость структуры транспортной системы поставок продукции производителя от совокупного материального потока, а также от его изменения в результате колебания спроса. Показано, что необходимый период прогнозирования потоков зависит от длины логистической цепи и её структуры. Исследовано влияние операций складирования и транспортировки продукции на время опережения поступления информации. Выяснено, что при имеющемся прогнозе изменения спроса на продукцию адаптация транспортно-технологической системы происходит с дополнительными задержками времени, необходимыми для складирова-

ния изделий, или с ускорением потоков, связанными с привлечением дополнительных транспортных средств. Определены основные структурные признаки, которые имеют место в транспортной системе при росте и при падении интенсивности дискретного материального потока.

Ключевые слова: транспортно-технологическая система, материальный поток, задержки поставки.

Olishevych M. S. The research of the structure and parameters of transportation technology system of material supply under projected changes of products demand

In the paper the dependence structure of the transport system supplies products manufacturer of the total material flow was considered, as well as its changes due to fluctuations in demand. Transport-technological system is modeled as a sequence of elementary operations dependent. These parameters depend on the intensity of the input flow. It is shown that the required flow forecasting period depends on the length of the logistics chain and its structure. The effect of operations storage and transportation of products at the time of receipt of advance information was evaluated. Forecasting periods of transport systems with high flows and a large number of storehouse are longer of all. It was found that changes and technology adaptation of transport system need additional time delays and required for storing goods or acceleration of flows associated with the involvement of additional vehicles under existing forecast products demand. If the transport system contains many storehouses the material flow grows with accompanied of time delays which are necessary for storing surplus products. If transport operations are prevailing the increase of demand leads to faster cargo flows but that needs to immediate raise additional vehicles units. The basic structural features that occur in the transport system with increasing intensity and descending at discrete material flows were designed.

Keywords: transport-technological system, material flow, delays of supplying.

Олісевич М.С. – к.т.н., доцент кафедри «Експлуатація і ремонт автомобільної техніки» НУ "Львівська політехніка", e-mail: myroslav@3G.ua.

Рецензент: д. т. н., проф. Марченко Д.М.

Стаття подана 01.04.2015