

МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ЛОГІСТИКИ В УМОВАХ ПЕРЕБУДОВИ ПІДПРИЄМСТВА

ГРИШКО С.В., ГУЦА О.М., СУХОМЛИНОВ А.І.

Аналізуються методи формування ефективної виробничої логістики в умовах перебудови виробництва. В рамках детермінованого моделювання виробничої логістики розглядаються одно- та багато- продуктові транспортні задачі. Окреслюються підходи до формування виробничої логістики в рамках детермінованого моделювання.

Актуальність, мета та задачі дослідження

Починаючи з 70-х років минулого століття логістика, яка відома з античних часів, перейшла у фазу бурхливого розвитку і стала об'єктом досліджень, в першу чергу, економістів та прикладних математиків. За цей час змінився і предмет самої логістики. Від науки та практики забезпечення військ логістика перетворилась, з одного боку, у самостійну галузь світової економіки, з іншого – на науку, що базується на методах математики та економіки і втілює свої досягнення в автоматизованих та автоматичних системах управління різних рівнів – від малого підприємства та приватного підприємця до транснаціональних корпорацій та державних утворень.

Виробництво в сучасних умовах характеризується сталим ускладненням бізнес-процесів. Збільшується номенклатура товарів. Це призводить до ускладнення структури матеріального потоку, що забезпечує виробництво та зростання значущості інформаційного потоку, що супроводжує матеріальний потік. Зрозуміло, що ефективне управління матеріальним потоком можливе тільки за наявності досконалих комп'ютеризованих систем, які ґрунтуються на теоретичних засадах сучасної логістики і забезпечують ефективний супровід матеріального потоку у режимі реального

часу, підтримуючи при цьому зв'язок з системою управління підприємством.

Як відмічалось у [1], "актуальність управління матеріальними потоками обумовлена трьома компонентами:

– суттєвою роллю матеріальних потоків у виробничому процесі промислового підприємства,

– складністю управління рухом матеріальних ресурсів у просторі і часі,

– сучасними тенденціями організації виробництва."

Ускладнення бізнес-процесів вимагає нових підходів до управління сучасним підприємством. Для досягнення високої ефективності діяльності підприємства необхідно мати максимально точну картину того, що відбувається, максимально точний аналіз. Крім того, дуже важливо мати прогноз наслідків виконання прийнятих рішень. Світова теоретична думка не стоїть на місці і продукує нові технології і методики моделювання бізнес-процесів. Звернемо увагу на появу нового стандарту для моделювання бізнес-процесів і мережевих послуг Business Process Modeling Notation (BPMN) [2]. Як показано у [3], "BPMN автоматизує і упорядковує бізнес-процеси, які є значущими для збільшення продуктивності, починаючи від найму персоналу і закінчуючи обробкою замовлення на покупку. BPMN сприяє реструктуризації, контролю та управлінню виробничими процесами, що включають в себе людей і системи, для більш ефективного виконання робіт". Якщо логістику розглядати як один з видів бізнес-процесів, то стає зрозумілим, що одним з найперспективніших підходів в логістиці є впровадження в практику господарювання візуального імітаційного моделювання бізнес-процесів [3].

Актуальність впровадження нових методів управління значно зростає у випадку перебудови підприємства, коли доводиться приймати рішення, наслідки яких не апробовані практикою господарювання, а є лише теоретичними розрахунками або, навіть, лише інтуїтивними здогадками.

Метою цього дослідження є визначення методів і підходів до розробки ефективної виробничої логістики на рівні підприємства на етапі перебудови у життєвому циклі підприємства. Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі задачі:

- визначення методів формування ефективної виробничої логістики при сталому виробництві;
- визначення методів формування ефективної виробничої логістики при перебудові виробництва;
- визначення методів формування ефективної виробничої логістики з урахуванням недетермінованості логістичних параметрів.

1. Виробнича логістика підприємства при сталому виробництві

У ланцюжку виробничого процесу виробнича логістика займає місце між заготівельною та розподільчою логістикою. Сама виробнича логістика, у фінансовому сенсі, відноситься до витрат на виробництво. Підприємство, як вид діяльності, має за мету отримання прибутку при дотриманні певних умов (в першу чергу легітимності та етичності).

Загальноприйнятим є формулювання мети підприємства (цільової функції), як максимізація прибутку:

$$\Pi = D - B \rightarrow \max, \quad (1)$$

де Π – прибуток; D – дохід від реалізації продукції; B – загальні витрати, що включають витрати на закупівлю сировини, на виробництво та збут продукції. Розглянемо загальні витрати як суму двох складових:

$$B = L_B + B_{in}, \quad (2)$$

тут L_B – витрати на виробничу логістику; B_{in} – всі інші витрати.

Припустимо, що існує інтервал часу t , для якого виконуються такі умови:

1. Є незмінними ціни на виготовлену продукцію.
2. Є незмінними ціни на сировину, що закуповується для виробництва, та інші складові B_{in} , в тому числі і на заготівельну та розподільчу логістику.
3. Обсяг виробництва є постійним.
4. Тривалість інтервалу часу t перевищує кілька циклів виробництва.
5. Протягом проміжку часу t є можливість змінювати структуру та інтенсивність матеріального потоку на етапі виробництва, тобто застосовувати різні плани виробничої логістики.

Виходячи з умов 1 та 3 маємо $D = \text{const}$. Враховуючи умови 2 та 3 трати маємо $B_{in} = \text{const}$.

Таким чином, на проміжку часу t максимізація прибутку Π зводиться до мінімізації витрат на виробничу логістику:

$$L_B \rightarrow \min. \quad (3)$$

Якщо витрати на виробничу логістику L_B розглядати як суму двох складових – витрати на переміщення вантажів (організація матеріального потоку) та постійні витрати, що не залежать від витрат на матеріальний потік, то мінімізація витрат на виробничу логістику (3) зведеться до мінімізації витрат на переміщення вантажів. Ця задача відома як транспортна або як двоіндексна задача лінійного програмування. Математична модель транспортної задачі для перевезення одного виду вантажу є такою [4]:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (4)$$

за умов

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = \overline{1, n}), \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = \overline{1, m}), \quad (6)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}), \quad (7)$$

де n – кількість пунктів відправлення вантажу; m – кількість пунктів призначення; c_{ij} – тариф перевезення однієї одиниці вантажу з i -го пункту відправлення у j -й пункт призначення; a_i – запаси вантажу у i -му пункті відправлення; b_j – потреба у вантажі у j -му пункті призначення; x_{ij} – кількість одиниць вантажу, що перевозиться з i -го пункту відправлення у j -й пункт призначення. Будь-яке невід'ємне розв'язання системи лінійних рівнянь (5) та (6) прийнято називати планом транспортної задачі [4]. План транспортної задачі є визначником $m \times n$:

$$X = (x_{ij}) \quad (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}).$$

План, при якому цільова функція (4) приймає мінімальне значення, називається оптимальним. Існує кілька методів знаходження оптимальних планів транспортної задачі, зокрема метод потенціалів і метод диференціальних рент [4].

Зважаючи на те, що зазвичай виробнича логістика має справу не з одним видом вантажів, а з кількома, доводиться розглядати організацію матеріального потоку в логістиці як багато продуктову транспортну задачу, тобто як задачу, що складається з кількох транспортних задач (4)–(7) для кожного виду вантажу (продукту). Цільову функцію такої задачі можна записати як суму цільових функцій для кожного продукту.

Таким чином, формування ефективної виробничої логістики при сталому виробництві можна розглядати як знаходження мінімального значення цільової функції багатопродуктової транспортної задачі Φ :

$$\Phi = \sum_{k=1}^p F^{(k)} \rightarrow \min, \quad (8)$$

де p – кількість видів вантажу.

2. Виробнича логістика підприємства при зміні виробництва

Розглянемо ситуацію, коли відбувається перебудова підприємства, тобто перехід від одного сталого процесу виробництва до іншого ($CB_i \rightarrow CB_{i+1}$).

Причин перебудови може бути багато. З них, на нашу думку, є три основні причини: перша – неможливість або не вигідність продовжувати існуюче виробництво; друга – це можливість перейти до більш рентабельного виробництва, яке буде давати більший прибуток і за прийнятний час покриє витрати на перебудову виробництва; третя – забезпечення нової функціональності підприємства у складі більшої організаційної структури.

Виходячи з аналізу матеріальних потоків, перебудову виробництва можна розділити на такі типи:

– обсяг та структура вхідного і вихідного матеріального потоку не змінюється. Прикладом такого типу перебудови є впровадження устаткування, що дозволяє скоротити кількість працюючих, а відповідно зменшити витрати на виробництво;

– обсяг та структура вхідного матеріального потоку не змінюється, а обсяг чи структура або обсяг і структура вихідного потоку змінюються таким чином, що це приводить до збільшення надходжень від реалізації продукції. Прикладом такої перебудови може бути перехід на новий технологічний процес, який зменшує кількість відходів або дозволяє використовувати колишні відходи для виготовлення корисної продукції;

– відбувається одночасна зміна обсягів, а можливо і структури, як вхідного, так і вихідного матеріальних потоків. Такий тип перебудови характерний для повного або часткового перепрофілювання виробництва.

Розглянемо тривалий інтервал часу T , який охоплює певний проміжок CB_i , час перебудови виробництва та деякий проміжок CB_{i+1} :

$$T = T_i + T_{II} + T_{i+1},$$

де T_i – інтервал існування CB_i ; T_{II} – час перехідного періоду $CB_i \rightarrow CB_{i+1}$; T_{i+1} – інтервал існування CB_{i+1} . На рисунку зображено перехід від одного сталого виробництва до іншого.

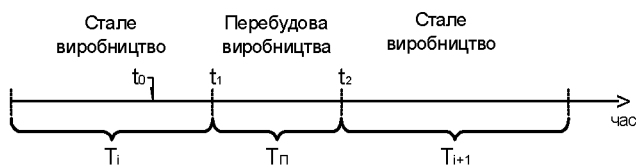


Рис. 1. Часова схема перебудови виробництва

На рисунку t_0 означає момент часу, коли відбулося усвідомлення про необхідність зміни виробництва $CB_i \rightarrow CB_{i+1}$; t_1 – момент початку перебудови; t_2 – момент завершення перебудови і початок нового сталого виробництва.

З наведених вище трьох причин перебудови перша і друга явно повинні привести до більш ефективного виробництва, тобто до ситуації, коли за однаковий проміжок часу Δt CB_{i+1} повинно давати більший прибуток, ніж CB_i :

$$\Pi_{i+1}(\Delta t) > \Pi_i(\Delta t), \quad (9)$$

де $\Pi_i(\Delta t)$ та $\Pi_{i+1}(\Delta t)$ – прибуток, отриманий за проміжок часу Δt при відповідному сталому виробництві. Для третьої причини зміни виробництва (нова функціональність) співвідношення (9) може і не виконуватися для підприємства, на якому відбувається перебудова, але це обов'язково пов'язано з намаганням виконати співвідношення (9) для виробничої структури, до якої належить підприємство, що перебудовується.

Розглянемо задачу максимізації прибутку (1) на інтервалі часу T . Якщо на інтервалі T обмежитись тільки CB_i та CB_{i+1} , то максимізація прибутку зведеться просто до формування двох ефективних виробничих логістик, які визначаються цільовими функціями багатопродуктових транспортних задач (8) для двох сталих виробництв. Більш того, зважаючи на співвідношення (9), узагальнений прибуток буди максимальним, якщо в момент t_0 (рисунк) зразу перейти до CB_{i+1} . Теоретично це можливо, коли ніщо не заважає без вкладень і перехідного періоду змінити виробництво. Але у загальному випадку потрібен час на підготовку до перебудови виробництва (на рисунку це інтервал $[t_0, t_1]$) і час на його перебудову (на рисунку це інтервал $[t_1, t_2]$). Час перебудови виробництва T_{II} визначається об'єктивними чинниками і в реальних умовах може варіюватись в доволі широкому діапазоні. Зазвичай існує кілька варіантів перебудови виробництва, які характеризуються різною вартістю і тривалістю, але приводять до однакового стану виробництва. Будемо вважати, що існує n таких варіантів, кожен з яких має свою вартість $\omega^{(k)}$, тривалість перебудови $T_{II}^{(k)} = (t_2^{(k)} - t_1^{(k)})$ та інтервал підготовки до перебудови $\tau^{(k)} = (t_1^{(k)} - t_0)$, де $k \in \overline{1, n}$. Введемо величину щільності прибутку ρ як відношення отриманого прибутку за одиницю часу. Також виберемо момент часу $t_3 \in T_{i+1}$, що більший за будь-який $t_2^{(k)}$. Тоді найвигіднішим буде варіант перебудови, при якому величина

$$\rho_{i+1} \cdot (t_3 - t_2^{(k)}) + \rho_i \cdot \tau^{(k)} - \omega^{(k)} \xrightarrow{k \in \overline{1, n}} \max, \quad (10)$$

де ρ_i – щільність прибутку при CB_i , а ρ_{i+1} – щільність прибутку при CB_{i+1} , досягає максимуму.

Таким чином, для виробничої логістики підприємства, що зазнає перебудови, ефективність буде визначатися цільовою функцією багатопродуктової транспортної задачі (8) та вибором варіанту перебудови (10).

3. Детерміноване та стохастичне моделювання виробничої логістики

У детермінованій моделі будь-якого явища або об'єкта всі можливі події є заздалегідь визначеними щодо їх достовірності. Стохастичне моделювання дозволяє створювати більш адекватні моделі, ніж детерміноване моделювання, адже ми живемо у світі, де будь-яке явище відбувається з якоюсь ймовірністю.

За більш високу адекватність стохастичного моделювання доводиться платити свою ціну. Стохастичні моделі значно складніші за детерміновані.

Розглянуті вище моделі виробничої логістики були зведені до багатопродуктової транспортної задачі (4)-(8), в якій c_{ij} – тариф перевезення однієї одиниці вантажу; a_i – запаси вантажу та b_j – потреба у вантажі є детермінованими величинами. План перевезень $X = (x_{ij})$ також розглядається як детермінований, тобто такий, при якому весь вантаж, відправлений з i -го пункту до j -го пункту у кількості x_{ij} , прибуде без втрат у запланований час. Для урахування недетермінованості параметрів виробничої логістики можна скористатися засобами імітаційного моделювання [5]. "На відміну від аналітичного імітаційного моделювання знімає більшість обмежень, пов'язаних з можливістю відображення в моделях реального процесу функціонування системи, яку досліджують, динамічної взаємної обумовленості поточних і наступних подій, комплексного взаємозв'язку між параметрами і показниками ефективності системи тощо" [5].

Погоджуючись з автором [5] і розглядаючи виробничу логістику, як систему масового обслуговування, приходимо до висновку про необхідність включення у автоматизовану систему управління підприємством функціональності, що використовує імітаційну модель виробничої логістики і дозволяє знаходити ефективні рішення з урахуванням недетермінованості параметрів виробничої логістики.

Таким чином, спроба урахування недетермінованості параметрів виробничої логістики призводить до необхідності впровадження інформаційних систем управління, які в режимі реального часу будуть коригувати виробничу логістику, на відміну від детермінованого варіанту, де можна отримати статичне розв'язання транспортної задачі і на його підставі сформувати стабільну виробничу логістику.

Висновки

У дослідженні розглянуті, у рамках детермінованої моделі, ефективні методи формування виробничої логістики при сталому виробництві і при переході виробництва з одного сталого варіанту до іншого. В рамках детермінованої моделі виробничої логістики зроблено висновок, що ефективна логістика може бути сформована на основі розв'язання багатопродуктової транспортної задачі.

У дослідженні також окреслені підходи до урахування недетермінованості параметрів виробничої логістики. У цьому випадку пропонується створювати імітаційну модель виробничої логістики і підходити до неї як до системи масового обслуговування.

Подальший розвиток дослідження автори бачать у необхідності побудови моделі виробничої логістики із залученням апарату стохастичного моделювання та теорії прийняття рішень [6].

Література: 1. Гришко С.В., Сфременко Г.В. Моделирование процессов производственной логистики на промышленных предприятиях // Экономика та управління підприємствами машинобудівної галузі: теорія і практика, 2009. № 1(5). С. 31-43. 2. BPMI Notation Working Group. [Електронний ресурс]. Режим доступу [www. URL: http://www.bpmi.org](http://www.bpmi.org) - Загол. з екрана. 3. Андрейчиков О.О., Гуца О.М., Українець О.Г. Візуальне й імітаційне моделювання бізнес-процесів як найбільш ефективні методи впровадження процесно-орієнтованого підходу до керування підприємством // Системи обробки інформації. 2012. Вип. №3(101). Том 1. С. 92 – 95. 4. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. М.: Высш. шк., 1986. 319 с. 5. Жерновий Ю.В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. 307 с. 6. Розен В.В. Математические модели принятия решений в экономике. М.: Книжный дом «Университет», Высшая школа, 2002. 288 с.

Надійшла до редколегії 23.04.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ляшко В.М.

Гришко Світлана Валеріївна, канд. економ. наук, доцент кафедри економічної кібернетики ХНУРЕ. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Леніна, 14, E-mail: kafedra_eim@kture.kharkov.ua.

Гуца Олег Миколайович, канд. техн. наук, доцент кафедри економічної кібернетики ХНУРЕ. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Леніна, 14, E-mail: kafedra_eim@kture.kharkov.ua.

Сухомлінов Артем Ігоревич, аспірант кафедри економічної кібернетики ХНУРЕ. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Леніна, 14. E-mail: kafedra_eim@kture.kharkov.ua.