

СПб.: Питер, 2007. – 944 с. 5. Котлер Ф. Новые маркетинговые технологии. Методика создания гениальных идей / Ф.Котлер, Триаз де Без Ф. – М., 2006. – 458 с. 6. Майерс Дж. Рекламный менеджмент / Джон Дж. Майерс, Раджив Батра, Дэвид А. Аакер. – М.: Вильям, 2004. – 784 с. 7. А.Тараненко Design Tomorrow: Украина – бренд / А.Тараненко // Маркетинг и реклама. – 2010. – № 7-8. – с.59-61. 8. Федорів А. Бренд Україна. Виклик для бізнесу [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.innovations.com>. 9. Хейг М. Крупнейшие ошибки брендинга / Пер. с англ. под ред. С.Г. Божук. – СПб.: ИД “Нева”, 2003. – 192 с. 10. Старостіна А. Міжнародний імідж України: сутність, фактори формування, рівні сприйняття / Старостіна А., Кравченко В., Личова Г. // Маркетинг в Україні. – 2010. – №4. – С. 61–66. 11. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.ukrstat.com.ua>.

УДК 656.261:004

Г.В. Маслак, К.І. Сізова
Приазовський державний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА МАТЕРІАЛОРУХУ ПІД ЧАС ВІДВАНТАЖЕННЯ МЕТАЛОПРОДУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

© Маслак Г.В., Сізова К.І., 2010

Розглянуто питання підвищення ефективності взаємодії виробництва та транспорту у транспортно-вантажних комплексах відвантаження готової продукції металургійних підприємств на підставі логістичного критерію “Just-in-time” із застосуванням методу мережевого моделювання.

Ключові слова: матеріалорух, синтез-потік, вагонопотік, вантажопотік, транспортно-вантажний комплекс, мікропотіковий процес, мережеве моделювання.

This article considers the questions of efficiency of interaction of production and transport in the transport-freight complexes at shipment of finished products of metallurgical enterprises on the basis of the logistical principle “Just-in-time” with using of method of network simulation.

Keywords: material traffic, synthesis flow, carriage flow, freight flow, transport-freight complex, micro-flowing process, network simulation.

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. На сучасному етапі вирішення проблеми підвищення ефективності управління транспортною системою металургійних підприємств на усьому шляху руху вагонопотоків від подавання сировини до відвантаження готової продукції неможливо без функціональної інтеграції виробництва і транспорту в транспортно-вантажну систему підприємства (ТВС) на новій технологічній, організаційній і інформаційній базі.

ТВС металургійного підприємства представляє сукупність ряду транспортно-вантажних комплексів (ТВК), що виконують конкретні функціональні завдання в мікропотікових процесах приймання сировини, відвантаження продукції і міжцехових технологічних перевезень.

Одним з таких комплексів на металургійних підприємствах є комплекс “Прокатний цех – Транспорт”. Аналіз показав, що багато прокатних цехів в Україні функціонують за схемою безперервного відвантаження готової продукції, зробленої за зміну, без проміжного складування. Цей принцип, що ефективно спрацював раніше, тепер, в умовах дії ринкових механізмів, став істотно ускладнювати взаємодію виробництва і транспорту. До того ж усі негативні наслідки від його застосування трансформуються у значний додатковий простій вагонів зовнішнього парку. Вказане пов'язане з тим, що разом з такими роботами, як підготовка, упакування і відвантаження металопродукції, виникає необхідність паралельного оформлення комплексу документів. Проте нині ці потоки не досить синхронізовані в часі, що призводить до значного збільшення тривалості перебування вагонів у прокатних цехах і на станціях, що їх обслуговують.

Проведеними дослідженнями встановлено, що логістичний ланцюг матеріалоруху під час відвантаження металопродукції в комплексі “Прокатний цех – Транспорт” характеризується фазовим переходом потокового процесу з модуля “металопотоку” (випущений прокат) у модулі “вантажопотік” (прокат, сформований у вантажні місця), і у “вагонопотік” (прокат завантажений у вагони) (мал.1). Паралельно і в ув'язці з технологічними операціями відбувається підготовка і оформлення перевізних і митних документів.

Чинником завершення переходу металопотоку у вантажопотік, а потім у вагонопотік є завантаження вантажу у вагони відповідно до вагонних норм і технічних умов і забезпечення вантажу комплектом документів. Крім того, процеси матеріало- і документоруху супроводжуються передаванням інформації, що визначає початок, хід і завершення основних операцій навантажувально-транспортного процесу. Тобто, цей ланцюг матеріалоруху характеризується багатопотоковістю. До того ж металопотік, документальний і інформаційний потоки (синтез-потік) нині розділені в часі [1].

Встановлено також, що провідною ланкою транспортно-вантажного комплексу є модуль “вантажопотік” або транспортно-експедиційний модуль (ТЕМ), темп роботи якого на вході безпосередньо пов'язаний з виробництвом металопродукції, а на виході визначає терміни подавання вагонів під завантаження. Інакше кажучи, саме в цьому модулі повинна здійснюватися синхронізація потоків металопродукції, документів і інформації, що забезпечує ефективне функціонування ланцюга матеріалоруху і взаємодія в комплексі “Прокатний цех – Транспорт” [2; 3].

Отже, принципове вирішення питання ефективності взаємодії в цьому логістичному ланцюзі полягає у знаходженні часового критерію, що забезпечує синхронізацію синтез-потоків. Назвемо такий критерій логістичним нормативом, який визначається з умови відповідності показників провідного модуля ТЕМ по вхідних параметрах з модулем “металопотік”, по вихідних – з модулем “вагонопотік”.

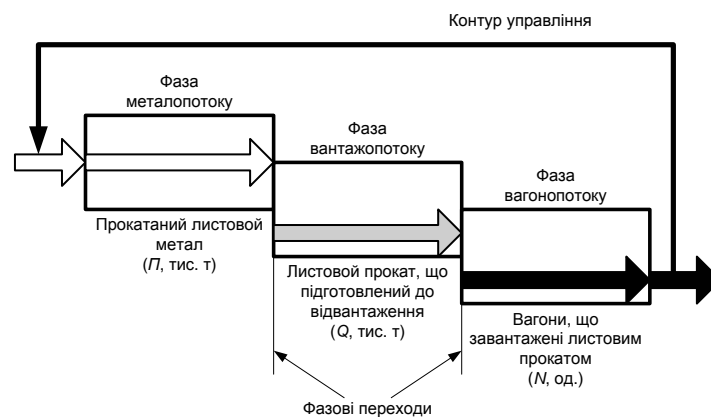


Рис. 1. Схема мікропотоків процесу відвантаження готової продукції

Формулювання цілей статті. Метою статті є моделювання руху синтез-потоків в провідному модулі логістичного ланцюга “Прокатний цех – Транспорт” для визначення логістичного нормативу (логістичного критерію). Початковими передумовами є:

- а) вхідний параметр синтез-потоків – вхідний параметр матеріального потоку – це час надходження зі складу рулонного металу у вказаний модуль для наступного технологічного різання ($T_{вх}$);
- б) вихідний параметр синтез-потоків – це момент часу, до якого будуть завершені усі операції з металопотоком і документопотоком ($T_{вих}$);
- в) логістичний критерій – це час, впродовж якого повинні бути завершені усі операції з синтез-потоків, тобто металопродукція має бути завантажена до рухомого складу, а супроводжувальні документи мають бути повністю оформлені.

Модель, що розробляється, повинна задовольняти такі загальні вимоги:

- 1) відображувати технологічний процес і організацію відвантаження готової продукції з усіма складовими елементами в їх взаємозв'язку;
- 2) відбивати динаміку процесу і можливі відхилення показників (тривалості, трудомісткості робіт тощо) від планових показників;
- 3) відбивати вплив окремих відхилень на подальший перебіг процесу і його остаточні результати;
- 4) відображатися в математичних символах з метою застосування математичних методів і обчислювальної техніки для аналізу процесу і його коригування.

Вибираючи надійну виробничу модель, необхідно розглянути характерні особливості потокового процесу в провідному модулі логістичного ланцюга.

Виклад основного матеріалу. Відвантаження продукції являє собою декілька (по числу окремих операцій) виробничих циклів, що безперервно повторюються. Вони виконуються послідовно на суміжних ділянках під час різання, упакування, маркування, підготовки до відвантаження, і паралельно при усьому об'ємі відвантажуваної партії продукції.

Важливою вимогою для цієї технології є те, що продукція буде готова до відправлення з прокатного цеху тільки тоді, коли буде оформлено усю супровідну документацію на кожен завантажений вагон. Інакше рухомий склад перебуватиме в очікуванні на вантажному фронті цеху.

Разом з цим рух синтез-потоків характерний тим, що завершення тієї або іншої роботи з підписання або складання певного документу може впливати на початок роботи, пов'язаної з просуванням металопродукції. Наприклад, такий документ, як сертифікат якості не може бути оформлений, якщо не заповнена формувальна картка на кожен вагон, яка містить усю інформацію про розмір, масу і випробування металу, а також вагу кожної одиниці продукції. Своєю чергою вантаження продукції не може бути розпочате, якщо не оформлений сертифікат якості. Отже, потоковий процес в провідному модулі при відвантаженні металопродукції є встановленим комплексом робіт з імовірнісною величиною їх тривалості.

У зв'язку з цим поставленому завданню найбільшою мірою відповідають мережеві моделі, як основа для моделювання управління складною динамічною системою з метою забезпечення оптимальних показників.

Мережеві моделі є кращими для відображення імовірнісних виробничих процесів з усіма технологічними і організаційними взаємозв'язками між їх елементами і їх доцільно широко використовувати як для планування, так і управління поточними процесами. Залежно від конкретних умов застосовуються різні типи мережевих моделей, що відрізняються складом інформації про комплекс робіт. Найчастіше застосовуються імовірнісні (стохастичні) мережеві моделі [4; 5]. В цьому випадку, характер структури задається матрицею $P = (P_{ij})$ вірогідності появи в графі роботи (i, j) . Імовірнісний характер тимчасових характеристик визначається випадковою тривалістю робіт.

Відомі три основні групи методів розрахунку імовірнісних мережевих моделей – аналітичні, методи Монте-Карло і методи усереднювання. Аналітичні методи доволі громіздкі і не завжди відбивають усе різноманіття зв'язків даного поточного процесу. Методи усереднювання мають приблизний характер отримуваних результатів, оскільки оперують середніми значеннями тимчасових параметрів. Метод Монте-Карло (метод статистичних випробувань) є класичним зразком імітаційного моделювання складних систем на ЕОМ, який дозволяє враховувати скільки завгодно точні подробиці процесу.

Отже, для моделювання комплексу операцій в логістичному ланцюзі відвантаження готової продукції доцільно використовувати тимчасову імовірнісну мережеву модель з детермінованою сіткою, розрахунок якої робитиметься методом Монте-Карло.

Процес моделювання за прийнятим методом включає такі етапи:

1. Відображення досліджуваного поточного процесу в графічному вигляді мережевого моделювання.

Враховуючи послідовність виконання технологічних операцій з матеріальним потоком, а також його документальний супровід в модулі ТЕ, будується узагальнена графічна мережева модель процесу відвантаження металопродукції в роботах, яка наведена на рис. 2.

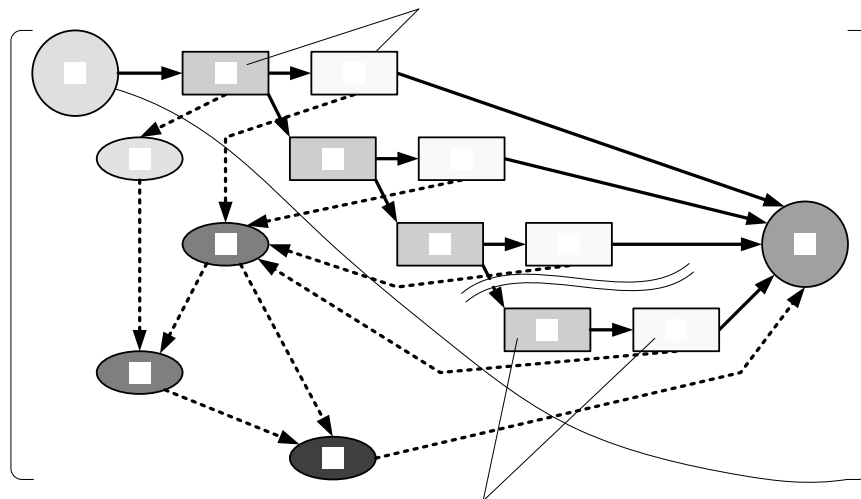


Рис. 2. Узагальнена мережева модель з детермінованою сіткою, орієнтована на роботи:
 1 – видача завдань на зміну відповідно до графіку відвантаження; 2 – різання однієї прокатної заготовки;
 3 – упаковка порізаної продукції; 4 – відбір проб для складання сертифікату якості;
 5 – оформлення сертифікату якості; 6 – оформлення формувальних карток на кожен вагон;
 7 – оформлення перевізних документів; 8 – вантаження вагонів

2. Трансформування узагальненої мережевої моделі, що розроблена, у модель, що орієнтована на події.

При перебудові мережевої моделі в події сама робота розумітиметься не як певний результат, а як процес, передуючий здійсненню якої-небудь події. Отже, появляються моменти початку і закінчення операцій, сама робота характеризується тимчасовим показником.

3. Встановлення законів розподілу тривалості виконання робіт, пов'язаних з просуванням матеріального і документального потоків у цьому модулі.

При моделюванні для характеристики імовірнісних значень тривалості виконання робіт, пов'язаних з переробкою синтез-потоків, можуть використовуватися різні закони розподілу: нормальний, логарифмічно-нормальний, гамма-розподіл, рівномірний, експоненціальний та ін.

Початкова інформація про функції розподілу тривалості робіт або про окремі числові характеристики цих функцій може бути отримана на основі обробки статистичних даних, за допомогою експертних оцінок або шляхом моделювання процесу виконання окремих робіт.

Отримані безпосередньо в результаті хронометражів, k значень тривалості i -ї операції – $t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{ik}$ – піддаються математичній обробці і визначаються закони розподілу, після чого встановлюються параметри законів розподілу для знаходження функції розрахунку випадкового числа.

4. Розрахунок мережевої моделі і визначення критичного шляху.

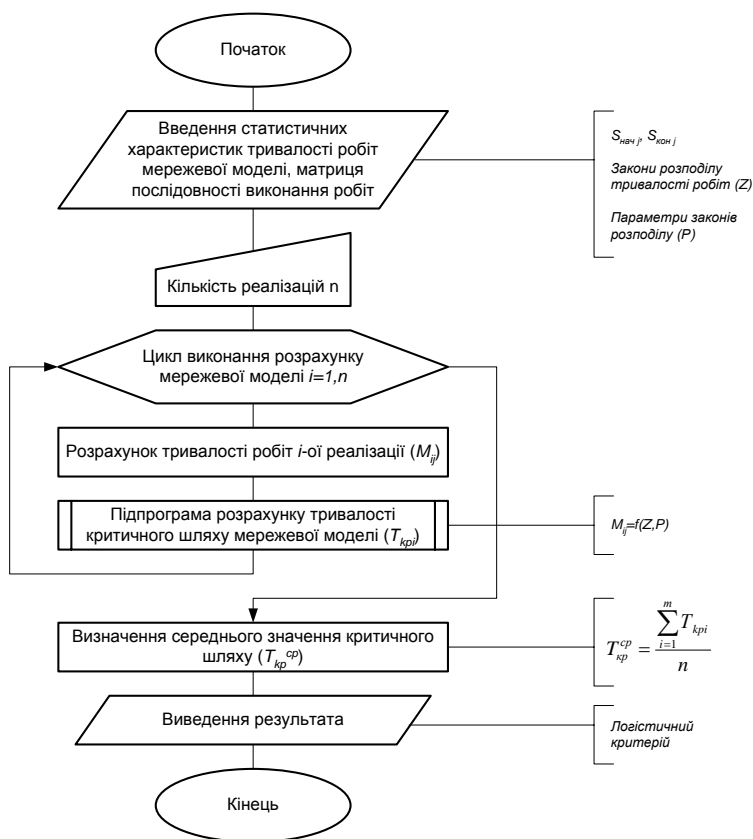


Рис. 3. Блок-схема алгоритму розрахунку логістичного критерію

Після визначення імовірнісних характеристик усіх робіт мережевої моделі методом статистичних випробувань знаходиться середнє вірогідне значення тривалості модельованого процесу – $T_{кр}$. Для цього, при заданих тимчасових показниках кожної робочої операції, розраховується мережева модель і визначаються значення критичного шляху ($T_{кpi}$) за такими формулами:

$$T_{ij}^{PH} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } i = 1 \\ \max_{h-i} T_{hi}^{PO}, & \text{якщо } i > 1 \end{cases} \quad (1)$$

$$T_{ij}^{PO} = T_{ij}^{PH} + T_{ij} \quad (2)$$

$$T_{кр} = \max_{i-m} T_{ij}^{PO} \quad (3)$$

$$T_{ij}^{PO} = \begin{cases} T_{кр}, & \text{якщо } j = m \\ \max_{j-k} T_{jk}^{PH}, & \text{якщо } j < m \end{cases} \quad (4)$$

$$T_{ij}^{PH} = T_{ij}^{PO} - T_{ij}, \quad (5)$$

де i – номер початкової події цієї роботи, $i=1,2,3,\dots,m-1$; j – номер кінцевої події цієї роботи, $j=2,3,\dots,m$; T_{ij}^{PH}, T_{ij}^{PO} – відповідно моменти часу самого раннього початку і закінчення цієї $(i-j)$ -ї роботи; T_{ij}^{PH}, T_{ij}^{PO} – відповідно моменти часу найпізнішого початку і закінчення цієї $(i-j)$ -ї роботи; T_{ij} – тривалість виконання цієї роботи; $T_{кр}$ – довжина критичного шляху мережевої моделі.

Так, визначається ряд значень $T_{кр1}, T_{кр2}, \dots, T_{крn}$, по яких встановлюються середні вірогідні значення тривалості виконання усього комплексу робіт в провідному модулі логістичного ланцюга. Визначається значення середнього критичного шляху, який береться за логістичний критерій:

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall (i-j) T_{ij}^{PH} \rightarrow T_{ij}^{PO} \\ i = 1 \rightarrow i = m - 1 \\ j = 2 \rightarrow j = m \end{array} \right\} \rightarrow \{T_{кр}^{cp}\} = \{T\} \quad (6)$$

де $T_{кр}^{cp}$ – середнє значення критичного шляху; T – логістичний критерій.

Для практичної реалізації запропонованого методу визначення тимчасових параметрів руху синтез-потоків складена блок-схема алгоритму розрахунку імовірнісної мережевої моделі на ЕОМ (рис. 3).

Відповідно до вищезгаданих етапів було зроблено імітаційне моделювання потокового процесу відвантаження металопродукції цеху холодного прокату діючого великого металургійного підприємства (м. Маріуполь).

В результаті моделювання отриманий інтегрований логістичний критерій, що визначає оптимальний час знаходження вагонів в логістичному ланцюзі “Прокатний цех – ТЕМ – Транспорт” [3].

Верифікація моделі показала адекватність отриманого результату існуючим процесам – рівень збіжності становив 97 %.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. В умовах, що склалися, проблема взаємодії виробництва і транспорту повинна вирішуватися на основі застосування прогресивних логістичних підходів, з переходом на управління за принципом “Just-in-time”.

2. Встановлено, що при здвоєних операціях для управління потоковими процесами транспортно-вантажних комплексів найбільш раціональним є обґрунтування і застосування нормотворюючого технологічного часу (логістичного нормативу) на виконання усього комплексу транспортно-експедиційних операцій, пов'язаних з вантаженням металу.

3. Відповідно до характеру функціонування синтез-потоків вибрана модель організації його руху в транспортно-експедиційному модулі логістичного ланцюга “Прокатний цех – Транспорт”, в основу якої покладено графічне представлення потокового процесу.

4. Як математична модель прийнята імовірнісна мережева модель з детермінованою сіткою, критичний шлях якої дозволяє визначити логістичний критерій тривалості знаходження синтез-потоків в провідному модулі логістичного ланцюга. Для реалізації моделі були розроблені алгоритм і програма на ЕОМ. Верифікація моделі показала адекватність отриманого результату існуючим процесам при відвантаженні продукції в прокатному цеху діючого металургійного підприємства (рівень збіжності – 0,97).

1. Парунакян В.Э. Идентификация процессных характеристик логистической цепи в транспортно-грузовом комплексе отгрузки металлопродукции. Часть I / В.Э. Парунакян, А.В. Маслак, Е.И. Сизова // Вестник Приазовского гостехнун-та: Сб. науч. тр. – Мариуполь 2007. – Вып. 17. – С. 198 – 203. 2. Парунакян В.Э. Идентификация процессных характеристик логистической цепи в транспортно-грузовом комплексе отгрузки металлопродукции. Часть II / В.Э. Парунакян, А.В. Маслак, Е.И. Сизова // Вестник Приазовского гостехнун-та: Сб. науч. тр. – Мариуполь 2008. – Вып. 18. – С. 207–213. 3. Парунакян В.Э. Моделирование логистической цепи материалодвижения при отгрузке металлопродукции / В.Э. Парунакян, А.В. Маслак // Подъёмно-транспортная техника. – 2008. – №3. – С.3–16. 4. Сетевое планирование и управление опытным производством / [Андросова Л.А., Герт А.И., Киселёв Ю.М., Козлов А.Н.]. – М.: Экономика, 1979. – 151 с. 5. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2005. – 912 с.