

нес-процесу (за умови адекватності імітованої моделі), оскільки дозволяє максимально наблизитися до реальних умов функціонування економічної системи.

Можна також сказати, що імітаційне моделювання є однією з форм діалогу людини з ЕОМ і різко підвищує ефективність прийняття управлінських рішень. Воно є особливо незамінним, коли неможлива строга постановка математичної задачі (корисно спробувати різні постановки), відсутні математичні методи розв'язання задачі (можна використовувати імітацію для цілеспрямованого перебору), є значна складність повної моделі (слід імітувати поведінку декомпозиційної частин).

Література

1. Попов В.М., Ляпунов С.И., Касаткин Л.Л. Бизнес-планирование: анализ ошибок, рисков и конфликтов. -М.: КноРус, 2003. - 448 с.
2. Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов. -М.: Финансы и статистика, 2002. - 368 с.
3. Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. -М.: Дело, 2008. - 1104 с.

УДК 004.94(045)

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ТРАНСПОРТНИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

В.В.Литвинов⁽¹⁾, М.Т.Дехтярук⁽²⁾

(1) Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

(2) Інститут комп'ютерних технологій Університету "Україна"

Транспорт належить до галузі виробництва матеріальних послуг, що виконує перевезення людей та вантажів, забезпечує розподіл і доставку продукції промисловості і сільського господарства в усі райони країни та за кордон. З урахуванням провідної ролі транспорту в ринковій економіці, управління транспортом виділяється в окремий блок, що одержав назву транспортна логістика [1].

Транспортна логістика включає в себе ряд елементів, основними з яких є: вантаж; пункти зосередження вантажу; транспортна мережа; рухомий склад; навантажувально-розвантажувальні засоби; учасники логістичних процесів; тара та пакування. Основні резерви вдосконалення транспортного логістичного процесу знаходяться в раціональній організації взаємодії учасників ланцюга доставки, у погодженні їх інтересів та пошуку взаємовигідних та придатних рішень.

Ефективним способом дослідження організації транспортного логістичного процесу є імітаційне моделювання [2, 3]. Імітаційні моделі являють собою комп'ютерну програму, яка крок за кроком відтворює події, що відбуваються в реальній системі. Перевагою імітаційних моделей є можливість підміни процесу зміни подій у досліджуваній системі в реальному

масштабі часу на прискорений процес зміни подій у темпі роботи програми. У результаті за кілька хвилин можна відтворити роботу системи протягом певного часу (декількох днів, тижнів, місяців), що дає можливість оцінити роботу досліджуваної системи в широкому діапазоні змінюваних параметрів.

Для створення імітаційних моделей використовуються як універсальні системи програмування – Visual C++, Borland C++ Builder, Delphi, так і спеціалізовані системи, розроблені спеціально для побудови алгоритмів моделювання: GPSS, SIMSCRIPT, SIMULA, SIMPLE++ та ін. [2, 3]. У цих системах передбачаються засоби автоматичного керування послідовністю змін (подій) у моделі, динамічного розподілу даних у пам'яті, необхідного для побудови складних моделей, стандартні програми статистичної обробки результатів моделювання (накопичення і виводу гістограм, середніх значень випадкових величин, їхніх дисперсій і т.п.).

Метою даної роботи є використання сучасних комп'ютерних інформаційних технологій для імітаційного моделювання й оптимізації режимів роботи транспортних логістичних систем. За допомогою системи візуального проектування Borland C++ Builder розроблений програмний комп'ютерний комплекс з оптимізації транспортних перевезень на транспортній мережі, який здійснює процедуру пошуку найкоротших відстаней та визначення оптимальних обсягів перевезень на заданій мережі.

Математична модель транспортної задачі

Класичне формулювання транспортної задачі (ТЗ) виглядає так: у m пунктах відправлення (виробництва чи видобування) (ПВ) (A_1, A_2, \dots, A_m) знаходиться, відповідно, a_1, a_2, \dots, a_m одиниць однорідного (або взаємозамінного) вантажу (ресурсу), який потрібно доставити в n пунктів призначення (споживання) (ПП) (B_1, B_2, \dots, B_n) в необхідній кількості b_1, b_2, \dots, b_n одиниць. Позначимо через a_i - запаси вантажу в i -му пункті відправлення ПВ A_i , через b_j - потреби у вантажі в j -му пункті призначення ПП B_j , через x_{ij} - кількість одиниць вантажу, який перевозиться з пункту A_i у пункт B_j , а c_{ij} тарифи (вартість) перевезень одиниці вантажу з i -го пункту відправлення в j -й пункт призначення. Перевезти вантаж потрібно таким чином, щоб задовольнити всі замовлення, при цьому критерієм оптимальності є мінімальна вартість, або мінімальний час його доставки.

Задачі про найкоротші шляхи належать до фундаментальних задач комбінаторної оптимізації, тому що багато з них можна звести до пошуку найкоротшого шляху на мережі. Існують різні типи задач про найкоротший шлях: (1) між двома заданими вершинами; (2) між даною вершиною і всіма іншими; (3) між кожною парою вершин у мережі; (4) між двома заданими вершинами для шляхів, що проходять через одну чи кілька зазначених вершин; (5) перший, другий, третій і т.д. найкоротші шляхи в мережі.

На сьогодні алгоритмів пошуку оптимального рішення ТЗ розроблено досить багато, але практично на увагу заслуговують лише кілька з них, зокрема відомі алгоритми Дейкстри [4]. та Флойда [5]. Метод Дейкстри шукає найкоротший шлях від заданої вершини (джерела) до всіх інших вершин на графі. Дану програму можна удосконалити, задавши джерело, як змінну вершину. Метод Флойда шукає найкоротший шлях по черзі від кожної вершини до всіх інших і цим же він відрізняється від Дейкстри.

Транспортна задача значно ускладнюється у виробничо-транспортних економічних системах, які виробляють продукцію і сировину в широкому асортименті, а для перевезення їх використовуються різні види транспорту. При цьому слід зауважити, що на практиці перевезення можуть здійснюватися і через декілька проміжних пунктів, створюючи складні транспортні комунікації. ТЗ у такому трактуванні належать до класу мережевих ТЗ. Інтерпретація ТЗ у мережевій формі дає можливість врахувати пропускну спроможність окремих ділянок транспортної мережі. У мережевій формі легше враховувати навантаження та розвантаження на проміжних станціях, кожна з яких розглядається як вузол.

Для розв'язання цієї задачі розглянуті алгоритми не можуть бути застосовані, бо алгоритм Дейкстри недостатній (за ним знаходимо лише один рядок з матриці найкоротших відстаней), а алгоритм Флойда надлишковий (він генерує матрицю найкоротших відстаней між будь-якими PB_i та $ПП_j$).

Слід також зауважити, що розв'язання мережевих ТЗ безпосередньо на топології транспортної мережі не дозволяє здійснювати алгоритмізацію та подальшу автоматизацію пошуку оптимального плану перевезень на базі сучасної комп'ютерної техніки.

Доцільніше подавати мережеву ТЗ у матричному вигляді, що дозволяє здійснити алгоритмізацію пошуку оптимального рішення. У роботі запропоновано метод мінімізації матричної форми мережевих ТЗ, що значно спрощує процедуру розв'язання мережевих ТЗ великої розмірності і зменшує обсяги необхідних обчислювальних операцій.

У даній роботі пропонується більш економний та ефективний метод розв'язання мережевих ТЗ великої розмірності, які поєднують методи рішення класичної ТЗ у матричній формі з модифікацією відомого методу Дейкстри для знаходження найкоротших відстаней у мережі сполучень між PB_i і $ПП_j$, заданій у вигляді графу. Саме це поєднання дозволяє здійснити чітко визначену алгоритмізацію мережевої ТЗ і застосувати для її розв'язання сучасні комп'ютерні технології.

Пропонується певна модифікація зазначеного алгоритму, яка полягає у включенні до нього впорядкованої системи перебору вершин-постачальників (m), з одного боку, та вершин-користувачів (n), із другого. Тобто ми додаємо два вкладені цикли — перебір усіх постачальників, як вершину V_0 та усіх користувачів, як вершину V_m . Завдяки цьому можна

знайти найкоротші шляхи від кожного постачальника до кожного користувача і визначити вартісні характеристики перевезень безпосередньо від $ПВ_i$ до $ПП_i$.

З аналізу загальновідомих мережевих алгоритмів побудови найкоротших шляхів між вершинами орієнтованого графа можна зробити висновок, що запропонований алгоритм побудови найкоротших шляхів між заданими безлічами вершин у мережі має наступні переваги:

- повністю розв'язує поставлену задачу, що принципово не можна було зробити за допомогою алгоритму Дейкстри, через недостачу отриманих результатів;
- ефективніше, тобто простіше і швидше, розв'язує задачу знаходження найкоротших шляхів між заданими безлічами вершин у мережі порівняно, з хоча й адекватними, але надлишковими результатами, які ми отримуємо, користуючись алгоритмом Флойда.

Варто зазначити і той факт, що описаний алгоритм, як в іншому й алгоритми Дейкстри і Флойда, може використовуватися при обробці мережевих моделей, що задаються за допомогою неорієнтованого графа. В останньому випадку допускається заміна ребра неорієнтованого графа на дві протилежно спрямовані дуги орграфа з однаковою вагою. У цьому разі ми отримуємо симетричну щодо головної діагоналі матрицю зв'язків, аналогічну матриці вартостей.

Структура програмного комплексу

Розглянутий алгоритм побудови найкоротших шляхів між заданими множинами вершин у мережі реалізовано у вигляді програмного комп'ютерного комплексу з оптимізації транспортних перевезень на транспортній мережі, який здійснює процедуру пошуку найкоротших відстаней та визначення оптимальних обсягів перевезень на заданій мережі.

Комплекс розроблено із застосуванням середовища візуального проектування Borland C++ Builder – графічної автоматизованої оболонки над об'єктно-орієнтованою мовою програмування C++. Середовище проектування Borland C++ Builder містить у собі повний набір візуальних інструментів для швидкісної розробки додатків (RAD – rapid application development), що підтримує розробку інтерфейсу користувача і підключення до корпоративних баз даних.

Програмний комплекс складається з двох форм. На головній формі (Form1) містяться компоненти для вводу вхідних даних – кількість вузлів відправлення (Edit1) і призначення (Edit2) а також матриця вартостей перевезень C_{ij} (StringGrid1) та транспортна таблиця (Stringgrid2), що містить об'єми перевезень.

Також на головній формі знаходяться два компоненти TImage. Перший з них Image1 служить для відображення опорного плану перевезень і заповнюється при натисканні на кнопку „Побудувати опорний план”. Другий компонент – Image2 служить для відображення оптимального плану

перевезень і заповнюється лише в разі знаходження оптимального плану перевезень.

При натисканні на кнопку „Граф”, активується друга форма програмного комплексу (Form2). На ній розташований неорієнтований граф маршрутів. Кнопка „Закрити” завершує роботу програмного комплексу.

Література

1. Бакаєв О.О., Кутах О.П., Пономаренко Л.А. Теоретичні засади логістики: Підручник. У 2-х томах.– К.: Фенікс, 2005.-951 с.
2. Литвинов В.В., Марьянович Т.П. Методы построения имитационных систем.- К.: Наукова думка, 1991.- 117 с.
3. Томашевский В.Н. Моделирование систем.– К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 352 с.
4. Гудман С., Хидетниими С. Введение в разработку и анализ алгоритмов.- М.: Мир, 1981.- 320 с.
5. Ахо А., Хопкрофт Д., Ульман Д. Структуры данных и алгоритмы.: Пер с англ.- М.: «Издательский дом Вильямс», 2001.- 384 с.

УДК 51.77

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ САМООРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

И.В.Зайцева, М.В. Попова

*ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет»,
Россия*

Модель самоорганизации рынка труда для многоотраслевой экономики является адекватным инструментарием для расчета показателей движения рабочей силы по отраслям. Эта модель представляет собой систему дифференциальных уравнений, с помощью которых имеется возможность вычислять изменения занятых в отраслях экономики специалистов и безработных, которых можно привлечь к работе.

Для n отраслевой экономики модель самоорганизации рынка труда с размерностью $2n$ имеет вид: