

Визначення часових параметрів моделі процесу управління

Стаття містить розроблений алгоритм розрахунку часових параметрів сіті, який базується на розв'язанні задачі знаходження довжини шляхів у наведеному графі. На відміну від існуючих алгоритмів, в яких дуги сіті відповідають заходам цільової комплексної програми, в запропонованому алгоритмі вони відображають зв'язок між вершинами графа.

цільова програма, сітьові моделі, граф типу «дерево», оптимізація, алгоритм розрахунку

Сформована на початкових стадіях розробки цільових програм або упорядкованих комплексів заходів ієрархічна система цілей (граф типу "дерево") є основною передумовою формування просторово-часової моделі процесу управління. При визначенні типу моделі слід виходити і того, що з метою забезпечення всієї системи управління ходом реалізації програм можливостями вірно визначити стратегію і тактику дій, пов'язаних з процесами формування програми, оптимізації планів здійснення заходів, своєчасного одержання чіткої і достовірної інформації, доцільно використовувати сітьові методи моделювання. Їх застосування при управлінні ходом реалізації цільових програм дуже ефективно.

У вітчизняній практиці накопичений достатньо великий досвід використання сітьових моделей, теоретичні і практичні аспекти яких широко розглядаються в літературі, зокрема, цим проблемам присвячені праці таких авторів, як Г. С. Поспелов, Б. Г. Салтиков, В. Л. Тамбовцев, Б. З. Мільнер, Г. М. Добров, Є. П. Голубков та інших. Розроблені і видані керуючі матеріали, що дозволяють організувати застосування таких методів. Практичне застосування сітьових методів дозволяє усунути такі недоліки традиційного планування, як некомплексний характер, недостатність аналізу рівня використання ресурсів, відсутність систематичної оперативної інформації про хід процесу, що досліджується і т.д. Крім того, сітьове моделювання припускає можливість широкого застосування засобів комп'ютерної техніки для формування планів на базі діалогових процедур обробки інформації і прийняття управлінських рішень.

В той же час, в існуючій практиці можливості комп'ютера використовуються недостатньо. Машинно-орієнтовані алгоритми, що застосовуються в сітьовому плануванні і управлінні (СПУ), не забезпечують власно формування сітьової моделі, яке є найбільш трудомістким в складі задач СПУ і потребує великих трудових і часових витрат при ручній реалізації.

Метою даної статті є розробка алгоритму розрахунку часових параметрів сіті, який базується на розв'язанні задачі знаходження довжини шляхів у наведеному графі.

Автоматизована система програмно-цільового планування і управління передбачає можливість оптимізації планових рішень за декількома критеріями одночасно. Однією з найважливіших передумов такої можливості є діалоговий характер функціонування системи. Але в будь-якому випадку, які б із критеріїв не були обрані користувачем в якості визначальних, в їх склад завжди повинні входити часові

критерії, на основі яких оптимізуються строки виконання всього комплексу заходів [1]. До таких критеріїв відносяться [2]:

1) мінімум терміну виконання всього комплексу заходів ($T_{розр}$):

$$T_{розр} \rightarrow \min; \quad (1)$$

2) мінімум перевищення директивного строку закінчення всього комплексу заходів ($T_{дир}$):

$$T_{розр} - T_{дир} \rightarrow \min; \quad (2)$$

3) мінімум суми перевищення директивних строків закінчення етапів виконання заходів:

$$\sum_{i=1}^k (T_{ірозр} - T_{ідир}) \rightarrow \min, \quad (3)$$

де $T_{ірозр}$ - розрахунковий строк закінчення i -го етапу виконання заходів;

$T_{ідир}$ - директивний строк закінчення i -го етапу виконання заходів;

k - кількість етапів виконання заходів, розрахункові строки закінчення яких перевищують директивні.

Цілком очевидно, що процес оптимізації сіті ґрунтується на аналізі числових значень визначених параметрів і порівнянні їх з критеріальними величинами. В основі визначення числових значень лежить розрахунок часових параметрів сітьового графа.

При розрахунках на стадії перспективного планування задача полягає в тому, щоб визначити тривалість всього циклу реалізації цільової програми, привести її у відповідність з директивно встановленими строками завершення окремих періодів і (або) всього комплексу заходів програми. При цьому, якщо в моделі представлено декілька об'єктно-орієнтованих програм (наприклад, програми створення крупних проектів), то задача зводиться до розрахунку часових параметрів кожної з них прямим розрахунком (в напрямку від початку до завершення комплексу), враховуючи взаємозв'язки між проектами. В результаті такого розрахунку по кожному з проектів будуть визначені тривалості їх реалізації в цілому і окремих періодів, які будуть також приведені до директивно встановлених.

На стадії поточного і оперативного планування проблема полягає в тому, щоб, орієнтуючись на директивно встановлені на попередній стадії строки виконання заходів по всій програмі (проект) або комплексу цільових (об'єктно-орієнтованих) програм, здійснити календарне планування.

Таким чином, задача по своїй суті зводиться до реалізації двох аспектів сітьового планування.

Розглянемо алгоритм такого розрахунку. Суть здійсненого при цьому підходу полягає в реалізації модифікованого алгоритму Форда [4, 5]. Попередньо необхідно замітити, що в цілому алгоритм розрахунку часових параметрів сіті ґрунтується на вирішенні задачі знаходження довжин різних шляхів в наведеному графі, яка, в свою чергу, базується на виконанні певних правил обходу версії такого графа.

Необхідно відзначити, що коли сформована в другому модулі багатоваріантна сітьова модель має цикли і контури, відібраний на її основі робочий (розрахунковий) варіант є безконтурним графом із зв'язками, що носять тільки обов'язковий характер.

Останнє твердження дозволяє покласти на одну з лем комбінаторики, що використовується в теорії графів, яка стверджує, що в довільному безконтурному графі вершини можна перенумерувати так, що кожна дуга буде мати вид $\langle V_i, V_j \rangle$, де $i < j$, V_i, V_j - відповідні вершини графа [4].

Така нумерація дозволяє вірно обійти всі вершини графа, причому в силу його безконтурності жодна з вершин при обході не перетворюється двічі. Вирішується така

задача з допомогою відомого методу, що використовує процедуру викреслювання дуг [4, 5].

На рис. 1 наведений приклад графа з правильною нумерацією заходів (робіт), виконаного при допомозі означеного методу.

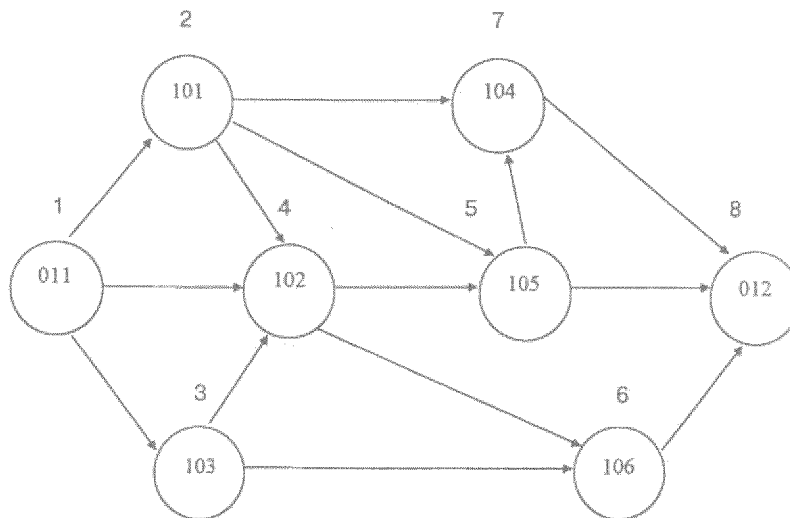


Рисунок 1 – Приклад графа з правильною нумерацією заходів (робіт)

Необхідно відзначити, що запропонований алгоритм по своїй суті в значній мірі відрізняється від методів управління виконанням проекту PERT (Project Evolution and Review Technique) або CPM (Critical Path Method) багато в чому за рахунок того, що ці методи ґрунтуються на побудові графа, дуги якого відповідають заходам, що складають проект або програму, а їх ваги вказують на тривалість виконання таких заходів. В нашому випадку дуги графа відображують зв'язок між його вершинами, причому передбачається, що для довільно взятих двох заходів V_i і V_j при наявності дуги (зв'язку) $\langle i, j \rangle$ захід, що відображується вершиною V_i повинен бути виконаний повністю до початку V_j .

На наступному етапі розрахунків виникає задача знаходження довжин всіх шляхів графа і, в першу чергу, довжини найбільшого - критичного шляху, що дозволить визначити строк реалізації всього комплексу заходів і зіставити його з директивно встановленим.

Для розгляду алгоритму вирішення такої задачі необхідно викреслити деякі відмінності в підходах до моделей, що реалізують процеси виконання об'єктно-орієнтованих програм, і моделей, що відображують управлінські процеси. При наявності сукупності декількох програм, направлених на реалізацію однорідних проектів, можуть існувати певні ресурсні обмеження, що накладають свої особливості на хід реалізації проектів.

В моделі, що являє собою ряд сітьових графів, кожний з яких моделює процес реалізації одного з проектів, це відобразиться виникненням міжпроектних зв'язків, які також необхідно буде враховувати при розрахунку часових параметрів.

При моделюванні процесів власно управління описаної вище ситуації, як правило, не виникає. Розрахунковий варіант моделі простого процесу являє собою однорідний направлений граф, розрахунок часових параметрів якого пропонується здійснювати в два етапи.

1 етап. Вважаючи заданою дату початку виконання заходів розглядаються заходи в порядку зростання їх номерів при здійсненій раніше правильній перенумерації (див. рис. 1), тобто розрахунок здійснюється в напрямку від початку всього комплексу заходів до його завершення. На даному етапі визначається ранній строк початку виконання кожного заходу, який характеризується строком завершення всіх

взаємозв'язаних заходів, що передують даному. Отже, ранній строк початку роботи V_i визначається довжиною найбільшого з m шляхів, що ведуть до цього заходу:

$$t_{pn}(V_i) \rightarrow \max L_i, \quad (4)$$

де $t_{pn}(V_i)$ - ранній строк початку виконання заходу V_i ;

$L_i, (i=1, 2, \dots, m)$ - довжина кожного з шляхів, що передують заходу V_i ;

m - кількість шляхів, що ведуть до заходу V_i .

Для визначення раннього строку закінчення виконання заходу V_i необхідно до раннього строку його початку додати тривалість його виконання:

$$t_{pz}(V_i) = t_{pn}(V_i) + DL(V_i), \quad (5)$$

де $t_{pz}(V_i)$ - ранній строк закінчення виконання заходу V_i ;

$DL(V_i)$ - тривалість виконання заходу V_i .

В тому випадку, коли визначено критичний шлях сіті, здійснюється повторне визначення її часових параметрів, але вже використовуючи алгоритм розрахунку "з кінця".

2 етап. Алгоритм розрахунку "з кінця" передбачає "закріплення" строку виконання завершального заходу сіті до директивного строку. Розрахунок здійснюється в напрямі від завершального заходу до заходу, що є початком всього комплексу, тобто в порядку убавання номерів заходів (див. рис. 1). В результаті такого розрахунку визначаються пізні строки виконання заходів.

Суть задач, які при цьому реалізуються, зводиться до формування такої розрахункової схеми, при якій переважає орієнтація всіх виконавців на кінцевий строк завершення програми.

Формула розрахунку має вигляд:

$$t_{pz}(V_i) = \min \{K(V_i), \min [t_{no}(V_i) - DL(V_i)]\}, \quad (6)$$

де $t_{no}(V_i)$ - пізній строк виконання заходу V_i ;

$K(V_i)$ - директивно встановлений строк виконання заходу V_i , якщо такий призначається;

$t_{no}(V_j)$ - пізній строк виконання заходу V_j ;

$DL(V_j)$ - тривалість виконання заходу V_j .

Тобто при наявності зв'язку $\langle i, j \rangle$ розрахунок повинен здійснюватися в напрямі від заходу V_i до заходу V_j . При цьому j входить в множину δ заходів (вершин сітьового графа), в які входять дуги (зв'язки), що виходять із заходу V_i . Таким же чином здійснюється розрахунок пізніх строків i в моделях, які відображають процес реалізації комплексів об'єктно-орієнтованих програм і що враховують міжпроектні зв'язки.

Вже на першому етапі розрахунку визначається строк завершення всього комплексу заходів і з'являється необхідність в організації діалогової взаємодії користувача з комп'ютером. Може виявитися так, що розрахунковий строк закінчення останнього заходу виходить за рамки директивної дати завершення програми. В цьому випадку програмним шляхом передбачається повідомлення на екран дисплею про кількість часу, що перевершує директивно відведений. Користувачу пропонується прийняти рішення або змінити директивний строк (якщо це знаходиться в компетенції користувача) у відповідності з розрахунковим, або здійснити операцію пропорційного "стиску" сіті по критичним і підкритичним шляхам до встановленого директивного строку. Коефіцієнт стиску розраховується як відношення директивної тривалості здійснення заходів до отриманого при розрахунку:

$$K_{ст} = L_{дир} / L_{розр}, \quad (7)$$

де $K_{ст}$ - коефіцієнт пропорційного стиску сіті;

$L_{дир}$ - директивно встановлена тривалість заходу;

$L_{розр}$ - тривалість заходу, отримана в результаті розрахунку.

Механізм стиску полягає в одержанні нових термінів заходів сітьової моделі шляхом множення їх попередніх термінів на отриманий коефіцієнт.

Номенклатура підкритичних шляхів визначається користувачем шляхом призначення граничних значень резервів часу на виконання заходів. Резерви часу розраховуються з використанням результатів обох етапів обчислення часових параметрів сітьового графа. Формула розрахунку має вигляд:

$$R(V_i) = t_{ps}(V_i), \quad (8)$$

де $R(V_i)$ - резерв часу виконання заходу V_i .

На основі виконаного розрахунку користувач може визначити склад заходів, що контролюються для їх «закріплення» в календарній сітці в термінах, відведених резервами часу (якщо такі задовольняють користувача) і використання їх при розрахунках на етапі поточного і оперативного планування.

Таким чином, запропонований алгоритм розрахунку часових параметрів моделі процесу управління передбачає активну участь людини в процедурі і чітке співвіднесення формуємих в подальшому на їх основі планів робіт виконавців з необхідними проміжними і кінцевими результатами їх діяльності.

Список літератури

1. Вишневська В.А. Алгоритм визначення часових параметрів моделі програмно-цільового управління / В.А.Вишневська, Т.П.Семенченко // Машинна обробка інформації: Міжвід. наук. зб. Вип. 62. – К.: КНЕУ, 1999. - С. 141-146
2. Кокорева Л.В. Диалоговые системы в управлении научными исследованиями и разработками / Л.В.Кокорева, И.И.Малашинин – М. : Наука, 1988. - 215 с.
3. Колемаев В.А. Экономико-математическое моделирование / В.А.Колемаев – М. : Юнити, 2005. – 385 с.
4. Линский В. Комбинаторика для программистов / В.Линский; пер. с польского. – М. : Мир, 1988. – 213 с.
5. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах / Э.Майника; пер. с англ. – М. : Мир, 1981. – 323 с.

В. Вишневская

Определение временных параметров модели процесса управления

Статья содержит разработанный алгоритм расчета временных параметров сети, который базируется на решении задачи нахождения длин путей в направленном графе. В отличие от существующих алгоритмов, в которых дуги сети соответствуют мероприятиям целевой комплексной программы, в предложенном алгоритме они отображают связь между вершинами графа.

V. Vishnevskaya

Determination of the temporal parameters of the model of management process

The Article contains the developed algorithm of calculation of temporal parameters of network, which is based on the decision of task of finding of lengths of ways in the directed count. In a difference from existent algorithms in which the arcs of network correspond the measures of the having a special purpose complex program, in the offered algorithm they represent connection between the tops of count.

Одержано 11.10.11