

УДК 519.6

Н.І. Полтораченко, канд. тех. наук, доцент

НЕЧІТКЕ ВІДНОШЕННЯ ПЕРЕВАГ АЛЬТЕРНАТИВ НА ПОЧАТКОВИХ ЕТАПАХ ПРОЕКТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

АНОТАЦІЯ. Розглядається задача розподілення об'ємів робіт по етапах спорудження інженерних мереж в умовах нечіткості вихідних даних та критеріїв оптимальності. Запропоновано алгоритм вирішення поставленої задачі.

АННОТАЦИЯ. Рассматривается задача распределения объемов работ по этапам сооружения инженерных сетей в условиях нечеткости исходных данных и критериев оптимальности. Предложен алгоритм решения поставленной задачи.

ANNOTATION. We considered a problem of distribution of volume of works at the phases of construction of the utilities with the conditions of indistinctness of source data and criterion of optimality. Algorithm of the solution of the problem is suggested.

Актуальність теми. Сучасний стан галузей виробничої інфраструктури, до яких відносяться системи водо-, тепло- і газопостачання, характеризується високою динамікою розвитку, що обумовлено як збільшенням об'ємів використання цільового продукту (вода, газ, теплоносій) у вже існуючих системах (потреба реконструкції), так і подальшою газифікацією, теплофікацією і т.д. нових районів та населених пунктів [1-3]. Транспортування та розподіл цільового продукту (ЦП) інженерними мережами (ІМ) вимагає великих фінансових та матеріальних витрат. Друга, що стала в останній час особливо актуальною, задача полягає у забезпеченні повного та надійного постачання ЦП всіх споживачів або – в умовах дефіциту – надійного забезпечення пріоритетних споживачів шляхом оперативного перерозподілу потоків ЦП з тим, щоб використання наявної його кількості забезпечило максимальний у цій ситуації економічний та соціальний ефект. Складні динамічні процеси, що відбуваються в ІМ, вимагають керування потоками ЦП в мережах з метою їх перерозподілу. Для цього система повинна мати властивість маневреності, яка закладається при проектуванні на основі прогнозування експлуатаційних процесів за допомогою, наприклад, імовірісно-статистичних моделюючих або математичних методів аналізу та синтезу.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Для ІМ характерні основні ознаки складних систем: володіння визначеною єдністю мети і сприяння виробленню оптимальних виходів в умовах існуючої множини виходів; виконання великої кількості різних функцій, які здійснюються кількома частинами, що складають систему; складність функціонування (зміна одного невідомого впливає на зміну багатьох невідомих, як правило, нелінійно); високий ступінь автоматизації; багаточисельність та різнотипність зовнішніх та внутрішніх збурень, які впливають, наприклад, з того, що в основу проекту закладаються вихідні дані, які відповідають стану системи через 10, 15 років, а іноді і більше, та інше. Саме наявність та невизначений характер цих збурень визначають ситуацію, коли багато вимог, що висувуються до системи, нерідко суперечать одна одній. Так, забезпечення мобільності системи неминує пов'язано із збільшенням її вартості. Розв'язання таких протиріч складає суть діяльності по створенню складних систем.

Проектування нових та реконструкція старих ІМ є багатокритеріальною та багатовимірною задачею, яка вимагає нових підходів до її розв'язання [4]. У роботі [4] зроблено наголос на необхідності урахування як детерміністських вихідних даних, так і тих, що можуть змінюватися з плином часу. Застосування функціонально-динамічних схем для моделювання ІМ розглянуто у статті [5]. Невизначеність інформації на різних етапах проектування ІМ може описуватися стохастичними моделями, за допомогою інтервальних або нечітких чисел та функцій.

Мета роботи. Метою статті є розробка алгоритму отримання найбільш раціонального розв'язку задачі розподілення об'ємів робіт по етапах спорудження ІМ в умовах нечіткості вихідних даних та критеріїв оптимальності.

Виклад основного матеріалу. Початковий етап проектування ІМ полягає у знаходженні розташування систем споживання, їх характеристик та вимог до поточкорозподілу при різних режимах роботи. Саме на цьому етапі час виступає як керуюча змінна, бо відбувається розбиття процесу спорудження ІМ на періоди.

Пропонується територію Y , на якій планується проектування, розділити на ділянки Y_i ($i=1,2,\dots,n$) такі, що

$$Y = \{ Y_i : \forall (i \neq j) (Y_i \cap Y_j = \emptyset) \cap (\bigcup Y_i = Y), i, j = 1, 2, \dots, n \}.$$

Кожна ділянка за експертними оцінками описується чіткими функціями корисності $t_j(x_p)$ – числова оцінка альтернативи x_p ($p=1,2,\dots,P$) за ознакою j ($j=1,2,\dots,m$).

Роль альтернатив виконують етапи спорудження ІМ ($p=1,2,\dots,P$), а ознаками (критеріями) є вартість прокладки одиниці довжини комунікації на ділянці Y_i ($i=1,2,\dots,n$), втрати від заморожування надлишкових потужностей, ступінь задоволення потреб споживачів, допустимість виконання робіт на відповідному етапі з технологічної точки зору, стан ґрунтів, наявність природних перешкод і т.д. ($j=1,2,\dots,m$).

Таким чином, кожна функція $t_j(x_p)$ описує чітке відношення переваги R_j на множині альтернатив X , що має вигляд

$$R_j = \{ (x_i, x_k) : t_j(x_i) \geq t_j(x_k), i, k = 1, 2, \dots, P \}, j = 1, 2, \dots, m.$$

Завдання полягає у тому, щоб вибрати альтернативу, яка мала б найбільші оцінки за всіма критеріями. Такі альтернативи є ефективними, а розв'язком задачі буде вибір усіх ефективних альтернатив.

Для кожного критерія введемо функцію належності

$$\mu_j(x_i, x_k) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } t_j(x_i) \geq t_j(x_k), \\ 0, & \text{у протилежному випадку,} \end{cases} \quad i, k = 1, 2, \dots, P.$$

Тоді їх перетину $Q = \bigcap R_j$ ($j=1,2,\dots,m$) відповідає функція належності

$$\mu_Q(x_i, x_k) = \min \{ \mu_j(x_i, x_k), i, k = 1, 2, \dots, P \}, j = 1, 2, \dots, m.$$

Скориставшись означенням недомінованих альтернатив [6], визначимо їх у множині (X, Q) :

$$\mu_Q^{nd}(x_i) = 1 - \sup \{ \mu_Q(x_k, x_i) - \mu_Q(x_i, x_k), k = 1, 2, \dots, P \}, i = 1, 2, \dots, P,$$

$\mu_Q^{nd}(x_i)$ – ступінь, з яким альтернатива x_i не домінується жодною альтернативою з множини X .

Побудована модель відповідає випадку рівноважливості усіх критеріїв R_j ($j=1,2,\dots,m$). Якщо ввести вагові коефіцієнти α_j ($j=1,2,\dots,m$) відповідних ознак, то нечітке відношення переваг G буде мати вигляд

$$\mu_G(x_i, x_k) = \sum_{j=1}^m \alpha_j \mu_j(x_i, x_k), \quad i, k = 1, 2, \dots, P, \quad \sum_{j=1}^m \alpha_j = 1, \quad \alpha_j \geq 0,$$

а нечітка підмножина недомінованих альтернатив по відношенню G

$$\mu_G^{nd}(x_i) = 1 - \sup \{ \mu_G(x_k, x_i) - \mu_G(x_i, x_k), k = 1, 2, \dots, P \}, i = 1, 2, \dots, P.$$

Знайшовши перетин множин Q^{nd} та G^{nd} і спільну множину недомінованих альтернатив $T = Q^{nd} \cap G^{nd}$ з функцією належності

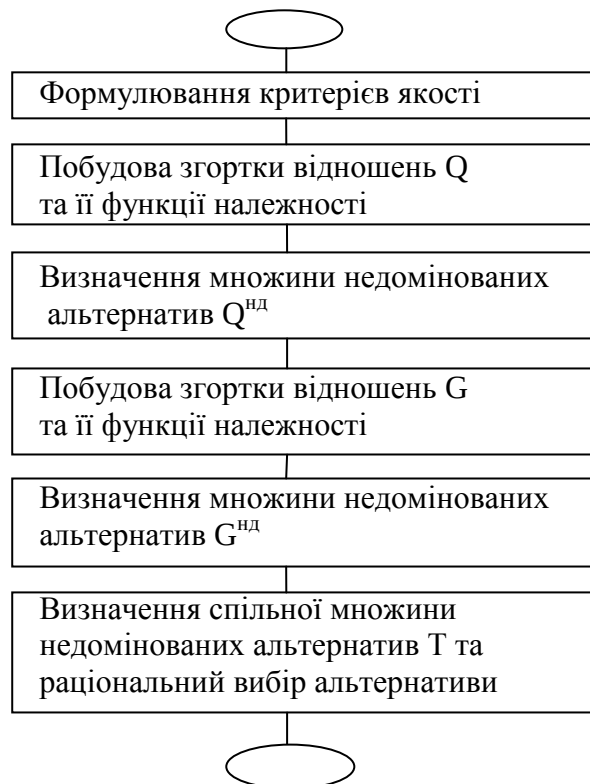
$$\mu_{nd}(x_i) = \min \{ \mu_Q^{nd}(x_i), \mu_G^{nd}(x_i) \}, \quad i = 1, 2, \dots, P,$$

раціональним вважаємо вибір альтернатив із множини

$$X^* = \{ \mu_{nd}(x^*) = \sup \mu_{nd}(x_i), i=1,2,\dots,P \}.$$

Такі дослідження виконуються для кожної ділянки Y_i ($i=1,2,\dots,n$), що дозволяє раціональним шляхом розподілити об'єми робіт по різних етапах спорудження ІМ.

Алгоритм прийняття рішень за допомогою відношення переваг альтернатив може бути представлений наступним чином:



Висновки. Застосований прийом прийняття рішень при нечіткому відношенні переваг на множині альтернатив є більш універсальним у порівнянні з задачею досягнення нечітко визначеної мети (задача Белмана-Заде), бо далеко не завжди можна описати мету та обмеження за допомогою функції належності.

Література

1. Атаманчук В.В. Особливості розвитку систем теплопостачання й шляхи їх оптимізації // Містобудування та територіальне планування / В.В.Атаманчук: Наук.-техн.зб. – К.: КНУБА, 2009. – Вип.35. – С.25-33.
2. Храменков С.В. Стратегия модернизации водопроводной сети / С.В.Храменков. – М.: Стройиздат, 2005.
3. Стратегія проведення моніторингу й реформування систем муніципального водопостачання // Водопостачання та водовідведення / Н.Г.Насонкіна, В.В.Дорофійенко, В.М.Маслюк, С.С.Антоненко, В.М.Сахновська – К.: 2009. – №2. – С.2-8.
4. Демченко В.В. Переваги онтологічного підходу до розподіленого моделювання інженерних та транспортних мереж // Містобудування та територіальне планування / В.В.Демченко: Наук.-техн.зб. – К.: КНУБА, 2008. – Вип.29. – С.79-83.
5. Застосування функціонально-динамічних схем для моделювання інженерної мережі водопостачання міста // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки / П.І.Анпілогов, В.М.Міхайленко, А.П.Анпілогов, Ю.В.Кошарна: Наук.-техн.зб. – К.: КНУБА, 2007. – Вип.27. – С.8-13.
6. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. Підручник / Ю.П.Зайченко – К., 2000.- 688 с.