

ЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ З НЕЧІТКОЮ МНОЖИНОЮ НЕЧІТКИХ ОБМЕЖЕНЬ¹

Анотація. Досліджено задачу лінійного програмування з нечіткою множиною (НМ) обмежень у формі нечітких нерівностей. Доведено, що розв'язок такої задачі утворює НМ типу 2 (НМТ-2). Надано відповідну функцію належності типу 2. Показано, що НМТ-2 розв'язку можна розкласти за вторинними оцінками належності на скінчений набір НМ. Кожна з цих НМ є розв'язком відповідної нечіткої задачі лінійного програмування з чіткою множиною обмежень. Ця множина відповідає певному перерізу вихідної НМ обмежень. Наведено ілюстративний приклад.

Ключові слова: прийняття рішень, задача нечіткого лінійного програмування, нечітка оптимізація, нечітка множина типу 2.

ВСТУП

Задача лінійного програмування (ЗЛП) у чіткій постановці полягає у максимізації або мінімізації лінійної цільової функції за лінійних обмежень, але в деяких практичних ситуаціях особа, що приймає рішення (ОПР), може лише «нечітко» задати ціль та/або обмеження. Детальний огляд досягнень у галузі теорії нечіткого лінійного програмування та практики її застосування можна знайти, наприклад, в [1–5]. У відомих постановках ЗЛП нечіткість формалізована в описі цільової функції та обмежень, але множина індексів обмежень (надалі — множина обмежень) задана чітко. У цій роботі досліджено ЗЛП з нечіткою множиною (НМ) обмежень. Такі задачі можуть виникнути тоді, коли ОПР нечітко розуміє, які обмеження треба враховувати під час прийняття рішення, і лише знає їхні ступені належності нечіткій множині обмежень. Ці ступені належності характеризують упевненість ОПР у необхідності включати ті чи інші обмеження в модель нечіткої ЗЛП. Це може статися на етапі проектування математичних моделей складних систем. У монографії [6] наведено приклади різних систем, під час дослідження яких виникають задачі з обмеженнями, що мають різну важливість для ОПР. Водночас не всі можливі обмеження слід враховувати в моделі. Такі задачі постають (див., наприклад, [6]) у плануванні променевої терапії, у разі прогнозування згортання білка, у цифровому відеомовленні, під час автоматизованого оброблення текстів, ідентифікації переповнення комп'ютерного буфера та в інших галузях. Поряд з відовими підходами для формулювання подібних задач можна також використати нечітку ЗЛП з НМ обмежень. У цій статті досліджено концепцію розв'язку нечіткої ЗЛП за умови, що обмеження можуть бути наявними в моделі лише із заданими ступенями належності. Метою статті слід вважати обґрунтування того, що НМ обмежень нечіткої ЗЛП породжує НМ типу 2 (НМТ-2) розв'язку. Хоча у загальному випадку НМТ-2 є досить складними математичними об'єктами, НМТ-2 з постійними вторинними оцінками (вони не залежать від первинних ступенів належності) досить прості для практичного застосування. Їхні властивості дають змогу розкласти НМТ-2 розв'язку на набір відповідних НМ. Слід зазначити, що проведені дослідження ґрунтуються на концепції операцій з НМ операндів, які розвинені в [7–10] та використовують методологію теорії НМ [11].

¹Роботу виконано у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка за часткової підтримки Міністерства освіти і науки України (проект 0125U002257).

© С.О. Мащенко, 2025