

$$\mu(b_i) = \exp \left\{ -\frac{b_i - b_i^{(0)^2}}{2\sigma_i^2} \right\}, \quad (3)$$

где $b_i^{(0)}$ модальные значения (ядра) нечетких чисел b_i , σ_i^2 – квадрат коэффициента концентрации.

Решения этой задачи ННП начинают из построения области допустимых решений (ОДР). Из графической точки зрения такая область представляет собой пересечения нечетких полуплоскостей (или нечетких прямых), которые определяются системой (2).

На этом же графике строим семейство целевых функций (1). Так как в рассматриваемом случае ОДР представляет собой нечеткий выпуклый многогранник, то в задачах такого типа нечеткая точка экстремума является вершиной такого нечеткого многогранника. Таким образом, искомое экстремальное решение, которое графически соответствует координатам нечеткой точки пересечения двух определенных нечетких прямых, можно найти путем общего решения системы двух нечетких уравнений, что соответствуют этим предельным нечетким прямым, то есть в общем случае нужно найти нечеткое решение нечеткой системы линейных алгебраических уравнений (НСЛАУ) [5].

Выразим решения НСЛАУ (2) через параметры задачи по формулам Крамера:

$$x_k = \frac{\det A_k}{\det A}, k = 1, 2, \dots, m, \quad (4)$$

где $\det A$ – определитель матрицы $A = (a_{ij})$, $\det A_k$ – определитель матрицы, который получается при замене k -го столбца матрицы A столбцом свободных членов (b_i).

В рассматриваемом случае нечеткими являются только свободные члены b_i . Значения переменных x_k , что вычисляются по формуле (4), запишем, раскрывая определители $\det A_k$ по элементам k -го столбца:

$$x_k = \frac{\sum_{i=1}^m A_{ik} b_i}{\det A} = \frac{\sum_{i=1}^m A_{ik}}{\det A} b_i = \sum_{i=1}^m d_{ik} b_i, \quad (5)$$

где $d_{ik} = \frac{A_{ik}}{\det A}$; A_{ik} – адъюнкта элемента a_{ik} матрицы A , $k = 1, 2, \dots, n$.

Теперь можно получить функции принадлежности компонентов нечеткого решения задачи [5]:

$$\mu(x_k) = \mu \left(\sum_{i=1}^m d_{ik} b_i \right) = \exp \left\{ -\frac{(x_k - m_k)^2}{2D_k} \right\};$$

$$m_k = \sum_{i=1}^m d_{ik} b_i^{(0)};$$

$$D_k = \sum_{i=1}^m d_{ik}^2 \sigma_i^2, k = 1, 2, \dots, m.$$

Подставив полученные значения нечетких координат точек экстремума в выражения для

целевой функции (1), можно получить нечеткие значения искомой функции.

Если все неравенства нечетких ограничений преобразовать в уравнения, то получим нечеткую задачу на условный экстремум, которая может быть решена методом множителей Лагранжа.

В данной работе изложены достаточно простые графоаналитические методы определения нечетких координат нечетких экстремальных точек путем нахождения нечеткого решения НСЛАУ. Полученные в работе результаты в дальнейшем могут быть использованы для геометрической интерпретации задач нечеткого целочисленного программирования и теории нечетких игр.

Список литературы

1. Баришевский С.О. Основы теорії точкових нечітких множин // Праці: Таврійський державний агротехнологічний університет. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 4. – Т. 52. – С. 141–144.
2. Баришевський С.О. Точкові нечіткі множини та їх відображення // Праці: Таврійський державний агротехнологічний університет. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 4. – Т. 54. – С. 3–8.
3. Баришевський С.О. Основы теории точечных нечетких множеств: Алгебраические и топологические аспекты // Праці: Таврійський державний агротехнологічний університет. – Мелітополь: ТДАТУ. – Вип. 4. – Т. 57. – С. 22–27.
4. Баришевський С.О. Аксиоматичні основи евклідової нечіткої планіметрії: аксіоми нечіткого простору // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького; гол. ред. кол. А.В. Найдис. – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. – Вип. 1. – С. 13–16.
5. Раскин Л.Г., Серая О.В. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения. – Х.: Парус, 2008. – 352 с.
6. Берштейн Л.С., Боженюк А.В. Нечеткие графы и гиперграфы. – М.: Научный мир, 2005. – 256 с.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ C++ ДЛЯ КАРТОГРАФОВ И ГЕОДЕЗИСТОВ УЧЕБНАЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПРОГРАММА «НИВЕЛИРНАЯ РЕЙКА»

Заблоцкий В.Р.

Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, e-mail: v-r-zablotskii@ya.ru

Обсуждается программа для студентов, изучающих программирование на C++ и знакомых с основами общей геодезии. В учебно-методической литературе, к сожалению, отсутствуют объектно-ориентированные программы, связанные с задачами картографии и геодезии. Представлены лишь программы на основе функционального программирования [1]. Цель работы заключалась в разработке программы, которая моделирует технику определения превышения одной точки местности над другой с помощью геометрического нивелирования. Рассмотрим содержательную постановку задачи. В выбранных точках местности размещаются вертикально нивелирные рейки, между ними устанавливается нивелир. Наводя зрительную трубу нивелира на рейки, берут отсчеты.