

*Н.П. Кран* (Львівський інститут економіки і туризму)  
*В.М. Юзевич*, д-р фіз.-мат. наук, професор  
 (Фізико-механічний інститут імені Г. В. Карпенка НАН України)

## МЕТОД НЕДОМІНОВАНИХ АЛЬТЕРНАТИВ В КОНТЕКСТІ УПРАВЛІННЯ КОНФІГУРАЦІЯМИ ПРОЕКТІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТУРИСТИЧНИХ ПОТОКІВ

Для оптимізації роботи працівників туристичних фірм запропоновано створити проект для управління конфігураціями туристичних потоків із використанням методу недомінованих альтернатив з певної множини раціональних альтернатив, на якій задано деяке нечітке відношення переваги  $R$  з функцією приналежності  $\mu_R(X_i)$ . Системний підхід до управління проектами та програмами передбачає дослідження властивостей та параметрів системи туристичних потоків на основі методу недомінованих альтернатив. Використання запропонованого методу на основі математичного апарату нечіткої логіки дає можливість дослідити та впровадити результати досліджень у сферу діяльності туристичних фірм.

**Ключові слова:** проект, конфігурація проектів, метод недомінованих альтернатив, лінгвістичні терми

### *Постановка завдання*

При управлінні конфігураціями проектів туристичних потоків здебільшого немає чіткого і обгрунтованого уявлення про альтернативи, які мають найістотніші переваги в практиці, а також про можливі результати вибору тієї чи іншої альтернативи. Саме тому як міру впевненості відносно переваг на множині альтернатив обирають їх порівняльну оцінку. Вона може бути виражена кількістю обслуговуваних туристів або за допомогою функції належності з інтервалу  $[0,1]$ . Результатом такого порівняння стає те, що кожній парі  $(x_i; x_j)$  альтернатив ставиться у відповідність певне число, за допомогою якого і характеризується міра виконання переваги при їхньому порівнянні за обраним критерієм:

$$X = \{x : x \in X, \mu_c(x) = \sup_{x \in X} \mu_c(x)\} \quad (1)$$

Такий опис відношення переваги дає змогу розробити модель системи {для опису туристичних потоків} більш адекватною щодо реальної ситуації.

У зв'язку з цим необхідно створити проект для управління конфігураціями проектів туристичних потоків із використанням методу недомінованих альтернатив з певної множини раціональних альтернатив, на якій задано деяке нечітке відношення переваги  $R$  з функцією приналежності  $\mu_R(X_i)$ . В результаті буде вибрано оптимальний проект.

### *Виклад основного матеріалу*

Питання управління конфігураціями проектів туристичних потоків у системі (для опису туристичних потоків) з метою прийняття раціонального рішення доцільно починати з вивчення множини всіх припустимих альтернативних варіантів.

Нехай розглянемо лінгвістичну змінну  $Y = \{\text{туристичні потоки}\}$  та нечітку змінну - множини термів  $X$  – кількість туристів за метою відвідування  $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ .

Розглянемо проект конфігурації зміни числа туристів, які обслуговуються суб'єктами туристичної діяльності за метою відвідування [1]. Дані (згідно із статистичною інформацією [1]) відображені у таблиці 1.

## Динаміка зміни конфігурації туристичних потоків

Конфігурації туристичних потоків	Кількість туристів			
		2005	2009	2010
Усього обслуговувано суб'єктами туристичної діяльності	у	90,8	109,9	153,9
У тому числі за метою відвідування				
службова, ділова, бізнес, навчання	$x_1$	13,7	4,1	2,5
дозвілля, відпочинок	$x_2$	73,7	97,2	143,9
лікування	$x_3$	0,7	8,2	7,4
спортивно-оздоровчий туризм	$x_4$	1,1	0,1	0,1
спеціалізований туризм	$x_5$	0,9	0	0

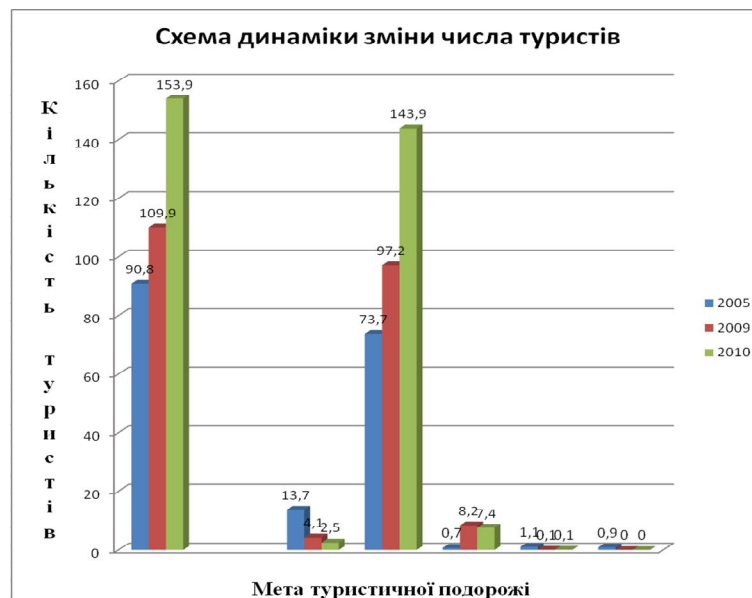


Рис. 1. Схема динаміки зміни числа туристів

Необхідно визначити найбільш оптимальну конфігурацію туристичних потоків.

Розглянемо проект, на якому задано низку множин термів:

$X_1 = \{x_{11}, x_{12}, x_{13}\}$ , яка описує конфігурацію туристичних потоків (службова, ділова, бізнес, навчання) відповідно у 2005, 2009, 2010 роках;

множину термів  $X_2 = \{x_{21}, x_{22}, x_{23}\}$ , яка описує конфігурацію туристичних потоків (дозвілля, відпочинок) відповідно у 2005, 2009, 2010 роках;

множину термів  $X_3 = \{x_{31}, x_{32}, x_{33}\}$ , яка описує конфігурацію туристичних потоків (лікування) відповідно у 2005, 2009, 2010 роках;

множину термів  $X_4 = \{x_{41}, x_{42}, x_{43}\}$ , яка описує конфігурацію туристичних потоків (спортивно-оздоровчий туризм) відповідно у 2005, 2009, 2010 роках;

множину термів  $X_5 = \{x_{51}, x_{52}, x_{53}\}$ , яка описує конфігурацію туристичних потоків (спеціалізований туризм) відповідно у 2005, 2009, 2010 роках.

Користуючись поняттями універсальної множини  $U$  і функції належності, кожен із термів представимо у вигляді нечіткої множини [3]:

$$Y_i = \int_U \mu(w) / w \quad (2)$$

$$X_1 = \int_{U_{x_1}} \mu(v_1) / v_1 \quad (3)$$

$$X_2 = \int_{U_{x_2}} \mu(v_2) / v_2 \quad (4)$$

$$X_3 = \int_{U_{x_3}} \mu(v_3) / v_3 \quad (5)$$

$$X_4 = \int_{U_{x_4}} \mu(v_4) / v_4 \quad (6)$$

$$X_5 = \int_{U_{x_5}} \mu(v_5) / v_5 \quad (7)$$

Розглянемо такі наступні залежності між змінними  $R, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ :

$$R = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \quad (8)$$

$$X_1 = f(x_{11}, x_{12}, x_{13}) \quad (9)$$

$$X_2 = f(x_{21}, x_{22}, x_{23}) \quad (10)$$

$$X_3 = f(x_{31}, x_{32}, x_{33}) \quad (11)$$

$$X_4 = f(x_{41}, x_{42}, x_{43}) \quad (12)$$

$$X_5 = f(x_{51}, x_{52}, x_{53}) \quad (13)$$

Представимо дані таблиці 1 у таблиці 2:

**Таблиця 2**

*Динаміка зміни числа туристів*

	2005	2009	2010
$x_1$	13,7	4,1	2,5
$x_2$	73,7	97,2	143,9
$x_3$	0,7	8,2	7,4
$x_4$	1,1	0,1	0,1
$x_5$	0,9	0	0

Елементи матриці підказок обчислимо за формулою:

$$K_j = \sum_{i=1}^5 b_{ij} \quad j = 1,3 \quad (14)$$

Просумуємо елементи матриці по стовпцях. Отримаємо такий вектор-рядок  $K = (90,1; 109,6; 153,9)$ . У цьому рядку максимальний елемент  $K_{\max} = 153,9$  і всі елементи матриці обчислюємо за формулою:

$$c_{ij} = \frac{b_{ij} k_{\max}}{k_j} \quad i = \overline{1,5}; j = \overline{1,3}, \quad (15)$$

а функцію належності за формулою:

$$\mu_{ij} = \frac{c_{ij}}{c_{i \max}} . \quad (16)$$

Подамо числові розрахунки значень функції належності термів  $X_1; X_2; X_3; X_4; X_5$ .

Розглянемо лінгвістичний терм змінної  $X_1 = f(x_{11}, x_{12}, x_{13})$ .

Вибираємо максимальний елемент  $K_{\max} = 153,9$ . Перетворюємо елементи матриці за формулою(15) та обчислюємо функцію належності за формулою (16). Отримаємо:

$$\begin{aligned} c_{11} &= 23,401; \mu_{11} = 0,152053; \\ c_{12} &= 5,757208; \mu_{12} = 0,037409; \\ c_{13} &= 2,5; \mu_{13} = 0,016244 . \end{aligned}$$

Розглянемо лінгвістичний терм змінної  $X_2 = f(x_{21}, x_{22}, x_{23})$ .

Максимальний елемент  $K_{\max} = 153,9$ . Обчислюємо елементи матриці за формулою (15) та обчислюємо елементи (компоненти) функції належності за формулою (16). Отримаємо:

$$\begin{aligned} c_{21} &= 125,8871; \mu_{21} = 0,81798; \\ c_{22} &= 136,488; \mu_{22} = 0,886861; \\ c_{23} &= 143,9; \mu_{23} = 0,935023 . \end{aligned}$$

Розглянемо лінгвістичний терм змінної  $X_3 = f(x_{31}, x_{32}, x_{33})$ .

Максимальний елемент  $K_{\max} = 153,9$ . Обчислюємо елементи відповідної матриці за формулою (15) та обчислюємо функцію належності за формулою (16). Отримаємо компоненти функції належності:

$$\begin{aligned} c_{31} &= 1,195671; \mu_{31} = 0,007769; \\ c_{32} &= 11,51442; \mu_{32} = 0,074818; \\ c_{33} &= 7,4; \mu_{33} = 0,048083 . \end{aligned}$$

Розглянемо лінгвістичний терм змінної  $X_4 = f(x_{41}, x_{42}, x_{43})$

Максимальний елемент  $K_{\max} = 153,9$ . Обчислюємо елементи матриці за формулою(15) та обчислюємо функцію належності за формулою (16). Отримаємо компоненти функції належності:

$$\begin{aligned} c_{41} &= 1,878912; \mu_{41} = 0,012209; \\ c_{42} &= 0,14042; \mu_{42} = 0,000912; \\ c_{43} &= 0,1; \mu_{43} = 0,00065 . \end{aligned}$$

Розглянемо лінгвістичний терм змінної  $X_5 = f(x_{51}, x_{52}, x_{53})$

Максимальний елемент  $K_{\max} = 153,9$ . Обчислюємо елементи матриці за формулою(15) та обчислюємо функцію належності за формулою (16). В результаті отримали:

$$\begin{aligned} c_{51} &= 1,537292; \mu_{51} = 0,009989; \\ c_{52} &= 0; \mu_{52} = 0; \\ c_{53} &= 0; \mu_{53} = 0 . \end{aligned}$$

Запишемо елементи матриці  $C$  та елементи функції належності  $\mu_{ij}$

$$C = \begin{pmatrix} 23,401 & 5,757208 & 2,5 \\ 125,8871 & 136,488 & 143,9 \\ 1,195671 & 11,51442 & 7,4 \\ 1,878912 & 0,14042 & 0,1 \\ 1,537292 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$\mu_{ij} = \begin{pmatrix} 0,152053 & 0,037409 & 0,016244 \\ 0,81798 & 0,886861 & 0,935023 \\ 0,007769 & 0,074818 & 0,048083 \\ 0,012209 & 0,000912 & 0,00065 \\ 0,009989 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Визначимо максимальні значення функції належності для кожного лінгвістичного терма змінних  $X_1; X_2; X_3; X_4; X_5$ .

$$\begin{aligned} \mu_1(X_1) &= \max(\mu_{11}, \mu_{12}, \mu_{13}); \\ \mu_1(X_1) &= \max(0,152053; 0,037409; 0,016244) = 0,152053; \\ \mu_2(X_2) &= \max(\mu_{21}, \mu_{22}, \mu_{23}); \\ \mu_2(X_2) &= \max(0,81798; 0,886861; 0,935023) = 0,935023; \\ \mu_3(X_3) &= \max(\mu_{31}, \mu_{32}, \mu_{33}); \\ \mu_3(X_3) &= \max(0,007769; 0,074818; 0,048083) = 0,074818; \\ \mu_4(X_4) &= \max(\mu_{41}, \mu_{42}, \mu_{43}); \\ \mu_4(X_4) &= \max(0,012209; 0,000912; 0,00065) = 0,012209; \\ \mu_5(X_5) &= \max(\mu_{51}, \mu_{52}, \mu_{53}); \\ \mu_5(X_5) &= \max(0,009989; 0; 0) = 0,009989; \end{aligned}$$

Визначимо оптимальний вид туристичних потоків:

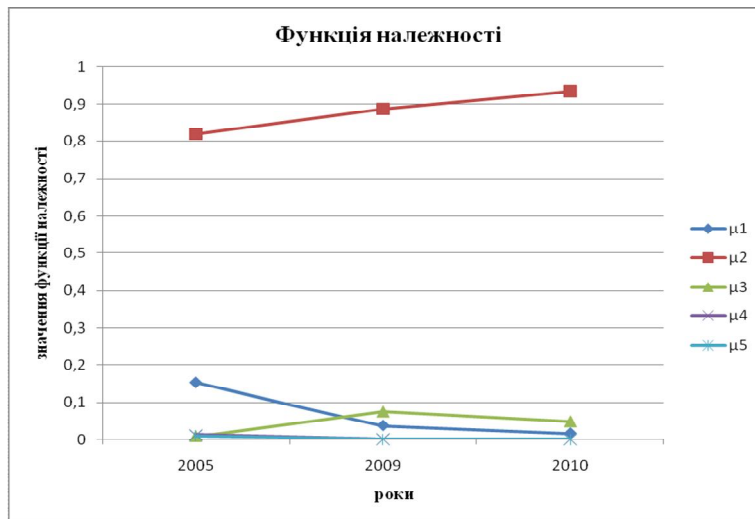
$$\begin{aligned} \mu &= \max(\mu_1(X_1), \mu_2(X_2), \mu_3(X_3), \mu_4(X_4), \mu_5(X_5)); \\ \mu &= \max(0,152053; 0,935023; 0,074818; 0,012209; 0,009989) = 0,935023. \end{aligned}$$

Найбільш оптимальний вид туристичних потоків відповідає змінній  $X_2$  (дозвілля, відпочинок), оскільки їй відповідає максимальне значення елемента матриці  $\mu$ . Впорядкуємо змінні у порядку зменшення (0,935023; 0,152053; 0,074818; 0,012209; 0,009989).

Альтернативи впорядковані у порядку зменшення ( $X_2; X_1; X_3; X_4; X_5$ ).

Мета відвідування впорядкована у порядку зменшення (службова, ділова, бізнес, навчання; лікування; спортивно-оздоровчий туризм; спеціалізований туризм).

Зобразимо графічно функцію належності для змінних  $X_1; X_2; X_3; X_4; X_5$  на рисунку 2.



**Рис.2.** Функція належності для змінних  $X_1$ ;  $X_2$ ;  $X_3$ ;  $X_4$ ;  $X_5$

Таким чином перевага надається таким видам туризму: дозвілля, відпочинок; службові поїздки, ділові, бізнес, навчання; лікування; спортивно-оздоровчий туризм; спеціалізований туризм.

Запишемо міру нечіткості за проектом управління конфігурацією туристичних потоків

$$DD(U) = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |2\mu_U(x_i) - 1| \quad (17)$$

Дані для функції належності термів конфігурації проектів туристичних потоків запишемо у вигляді таблиці 3.

**Таблиця 3**

*Лінгвістичні терми змінних*

Лінгвістичні терми змінних	2005	2009	2010
$X_1$	0,152053274	0,037409	0,016244
$X_2$	0,81798	0,886861	0,93503
$X_3$	0,007769	0,074818	0,048083
$X_4$	0,012209	0,000912	0,00065
$X_5$	0,009989	0	0

Обчислимо міру нечіткості для конфігурації проектів туристичних потоків:

$$DD(U_{X_1}) = 1 - \frac{1}{3} [ (2 \cdot 0,152053274 - 1) + (2 \cdot 0,037409 - 1) + (2 \cdot 0,016244 - 1) ] = 1,862862 ;$$

$$DD(U_{X_2}) = 1 - \frac{1}{3} [ (2 \cdot 0,81798 - 1) + (2 \cdot 0,886861 - 1) + (2 \cdot 0,93503 - 1) ] = 0,240086 ;$$

$$DD(U_{X_4}) = 1 - \frac{1}{3} [ (2 \cdot 0,012209 - 1) + (2 \cdot 0,000912 - 1) + (2 \cdot 0,00065 - 1) ] = 1,990819 ;$$

$$DD(U_{X_5}) = 1 - \frac{1}{3} [ (2 \cdot 0,009989 - 1) + (2 \cdot 0 - 1) + (2 \cdot 0 - 1) ] = 1,993341 .$$

Конфігурація проекту туристичних потоків, для якої міра нечіткості прогнозу туристичних потоків є більшою, відповідає більш ризикованому проекту.

Таким чином перевага надається таким конфігураціям туристичних потоків (розміщеним в порядку зменшення відповідної кількості бажаючих): дозвілля, відпочинок; службові поїздки, ділові, бізнес, навчання; лікування; спортивно-оздоровчий туризм; спеціалізований туризм.

Для оптимізації туристичних потоків  $P_k(X_i)$  і покращення конфігурації проекту використовуємо функціонал якості [2] з урахуванням оберненого зв'язку:

$$J(P_k(X_i), FB(X_i)) = \int_{t_0}^{t_k} f(\bar{y}, \bar{u}, \bar{s}) dt \Rightarrow opt, \quad (18)$$

де  $\bar{y}$  – вектор заданих впливів ( $y_j(t)$  – компоненти вектора,  $j = 1, 2, \dots, n$ );  $\bar{u}$  – вектор керувань;  $\bar{s}$  – вектор невизначених збурень;  $[t_0, t_k]$  – інтервал часу, в якому розглядається процес (формування оптимальних значень туристичних потоків  $P_k(X_i)$ ,  $k=1, 2, \dots, m$ );  $m$  – загальне число туристичних потоків, які розглядаються в даному проекті;  $f(\bar{y}, \bar{u}, \bar{s})$  – функція, що відображає показник якості;  $FB(X_i)$  – функція, яка характеризує обернений зв'язок (*Feed-back*) між потоками  $P_i$  і оточенням з урахуванням думок експертів.

### **Висновки**

В результаті вивчення інформації про туристичні потоки (за даними державних органів статистики) та відповідних розрахунків встановлено, що найкращою є альтернатива вибору таких типів туристичних потоків для якої значення функції приналежності і відповідних компонент  $X_i$  будуть найбільшими. Тому, якщо значень елементів цієї функції (приналежності) не враховувати, а іншої інформації про аналізовану систему та ситуацію, що склалася, не існує, то логіка переваг не дає змоги однозначно вважати раціональним вибір певної альтернативи з множини:

$$X = \{x : x \in X, \mu_c(x) = \sup_{x \in X} \mu_c(x)\} \quad (18)$$

Впровадження запропонованої в цій праці моделі, в основі якої нечітке відношення переваги  $R$  і набір лінгвістичних змінних, створює передумови для наукового обґрунтування рішень, зменшення рівня суб'єктивізму. Використана модель управління конфігураціями проектів туристичних потоків на основі аналізу умов прийняття альтернативних рішень дає змогу оцінити наявні туристичні потоки і вибрати серед них оптимальний варіант.

### **Література:**

1. [www.stat.gov.ua](http://www.stat.gov.ua)
2. **Голубєва Т. О.** Використання методу оцінювання в задачах інваріантного управління / Т. О. Голубєва, В. М. Дубовой // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2007. – № 1. – С. 5–9.
3. **Сявавко М.С.** Інтелектуалізована інформаційна система “Нечіткий експерт” // М.С. Сявавко. – Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 320 с.

**МЕТОД НЕДОМИНИРОВАННЫХ АЛЬТЕРНАТИВ  
В КОНТЕКСТЕ УПРАВЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИЯМИ ПРОЕКТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА  
ТУРИСТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ**

Для оптимизации работы сотрудников туристических фирм предложено создать проект для управления конфигурациями туристических потоков с использованием метода недоминированных альтернатив с определенного множества рациональных альтернатив, на которой задано некоторое нечеткое отношение предпочтения  $R$  с функцией принадлежности  $\mu_R(X_i)$ . Системный подход к управлению проектами и программами предусматривает исследование свойств и параметров системы туристических потоков на основе метода недоминированных альтернатив. Использование предложенного метода на основе математического аппарата нечеткой логики дает возможность исследовать и внедрить результаты исследований в сферу деятельности туристических фирм.

**Ключевые слова:** проект, конфигурация проектов, метод недоминированных альтернатив, лингвистические термины

*N.P. Krap, V.N. Yuzevych*

**THE METHOD OF THE UNDOMINATED ALTERNATIVES IN CONTEXT  
OF PROJECTS' CONFIGURATION MANAGEMENT FOR ANALYSIS OF TOURIST  
STREAMS**

For work optimization of tour operator workers it was suggested to create a project for the management of tourist streams configurations with the use of method of the undominated alternatives from the certain set of rational alternatives, where some unclear relationship of advantage of  $R$  is set with the function of belonging  $\mu_R(X_i)$ . The system approach to the management of projects and programs includes research of properties and parameters of the system of tourist streams on the basis of method of the undominated alternatives.

The use of the offered method on the basis of mathematical apparatus of fuzzy logic gives an opportunity to investigate and introduce research results in the activity spheres of tour operators.

**Keywords:** project, configuration of projects, method of the undominated alternatives, linguistic terms

