

## МЕТОД ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТУ З МНОЖИНИ АЛЬТЕРНАТИВ

Чижиков І.О., к.т.н.,

Сушко С.Л., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах дедалі більшої значущості набувають питання оперативного обґрунтованого прийняття рішень на різних стадіях життєвого циклу технічних об'єктів: розробником – при проведенні науково-дослідних робіт, виробником – під час дослідно-конструкторських робіт, кінцевим споживачем продукції (виробничником) – при виборі машин або обладнання з широкого діапазону наявної номенклатури та подальшої їх експлуатації. Вибір споживача у цьому ланцюгу повинен ґрунтуватися на показниках, які б забезпечували ефективне виконання технологічних операцій з мінімальними витратами ресурсів і максимальною ефективністю.

Для прийняття обґрунтованого рішення необхідно систематизувати інформацію про технічний об'єкт, оцінити його за визначеними критеріями (наприклад, продуктивністю, показниками надійності, вартістю тощо) та обрати найкращий (оптимальний) варіант, який найбільш повно відповідав би вимогам споживача. Враховуючи чинний рівень техніко-технологічного розвитку машинобудування (у тому числі сільськогосподарського) та номенклатури продукції, для споживача пошук оптимального вибору (прийняття рішення) не завжди є обґрунтованим, а у деяких випадках навіть спонтанним.

Виникає потреба у розробці методу, застосував який можна було прийняти обґрунтоване рішення при виборі технічних об'єктів технічної системи серед можливих альтернатив.

**Основні матеріали дослідження.** Для прийняття обґрунтованих рішень у виборі оптимального варіанту технічного об'єкту із множини альтернатив пропонується застосувати аналітичний метод, який заснований на прийнятті рішення щодо вибору будь якого об'єкту із сформованої множини варіантів. Цей метод супроводжується такими двома процесами:

процес 1 – визначення мети, що враховує побажання того хто приймає рішення щодо переваг до об'єкту вибору;

процес 2 – пошук рішення.

В теорії прийняття рішень існують різні методи, в яких зазначені процеси відбуваються або послідовно, або паралельно [1]. Інформація про такі методи [2-5] наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

**Методи прийняття рішень**

Категорія	Варіанти реалізації методу
Методи з послідовною схемою прийняття рішень	механізм пар ефективних альтернатив
	механізм домінування
Методи з паралельною схемою прийняття рішень	мультиплікативна (середньогометрична) згортка критеріїв
	адитивна (середньоарифметична) згортка критеріїв
	часова згортка критеріїв
	сімейство геометричної згортки критеріїв

Дослідженнями в [6] доведено, що найбільш придатним методом для вибору технічних об'єктів в сільському господарстві є сімейство геометричних згорток критеріїв. Відповідно до цього методу мета повинна бути формалізована у вигляді «ідеальної» (бажаної) альтернативи, а в якості цільової функції буде відстань між ідеальною альтернативою  $X^{id}$  та тією, що розглядається.

Метод реалізується за таким алгоритмом:

- формують множину альтернативних варіантів об'єкту вибору  $X_i, i = 1, m$ ;
- визначають властивості (критерії оцінювання  $f_j$  в натуральних одиницях) по кожному альтернативному варіанту  $A_j, j = 1, n$  і заносять до таблиці 2.
- по кожному критерію визначають бажаний напрямок зміни його значення (min, max);
- виконують процедуру нормування по кожному критерію за формулою:

$$\hat{f}_j(x_i) = \begin{cases} \frac{(f_j(x_i) - f_j^-)}{(f_j^+ - f_j^-)}, & \text{якщо } f_j \text{ } \textcircled{R} \text{ max} \\ \frac{(f_j^+ - f_j(x_i))}{(f_j^+ - f_j^-)}, & \text{якщо } f_j \text{ } \textcircled{R} \text{ min,} \end{cases} \quad (1)$$

- отримані результати нормування за формулою (1) заносять до таблиці 2;
- визначають межі допустимих значень по кожному критерію, а результати заносять до таблиці 2:

$$\begin{aligned} f^- &< |f_j(x_i) - m|, \\ f^+ &> |f_j(x_i) + m|, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $m$  – довільне число, що не порушує лінійність критеріального ряду;  
 - значення цільової функції  $j(x_i)$  визначається по кожній  $X_i$ -й альтернативі відповідно до формули:

$$j(x_i) = \mathop{\text{arg}}_{j=1}^n \left| f_j(x_i) - f_j(x^{id}) \right| \in \mathbb{R} \min \quad (3)$$

де  $0 \leq f_j(x_i) \leq 1$ ;

- значення цільової функції  $j(x_i)$ , що визначає метрику (функцію відстані) між «ідеальною» альтернативою і значенням:

$$\left| 1 - f_j(x_i) \right|, x^{id} \in \mathbb{R} \min \quad (4)$$

тобто інтервал  $[x_j^{id}, j_i]$ , а найменша величина відстані відповідає оптимальній альтернативі.

Таблиця 2

**Утворення безрозмірної шкали значень цільової функції  $\varphi(x_i)$**

Альтернативи	Властивості						$j(x_i)$
	$A_1$		$A_j$		$A_n$		
	Критерії						
	$f_1$	$\hat{f}_1$	$f_j$	$\hat{f}_j$	$f_n$	$\hat{f}_n$	
$X_1$	$f_{11}$	$\hat{f}_{11}$	$f_{1j}$	$\hat{f}_{1j}$	$f_{1n}$	$\hat{f}_{1n}$	$j_{1n}$
$X_i$	$f_{i1}$	$\hat{f}_{i1}$	$f_{ij}$	$\hat{f}_{ij}$	$f_{in}$	$\hat{f}_{in}$	$j_{in}$
$X_m$	$f_{m1}$	$\hat{f}_{m1}$	$f_{mj}$	$\hat{f}_{mj}$	$f_{mn}$	$\hat{f}_{mn}$	$j_{mn}$
$f^-$	$f_{1\min}$	-	$f_{j\min}$	-	$f_{n\min}$	-	
$f^+$	$f_{1\max}$	-	$f_{j\max}$	-	$f_{n\max}$	-	
$x^+, x^-$	$X^{id}$	$f_{1\text{exst}}$	1	$f_{j\text{exst}}$	1	$f_{n\text{exst}}$	1

**Приклад застосування.** Застосуємо метод прийняття рішень на прикладі вибору пристрою для підземного укладання крапельних ліній (мобільного трубоукладальника) систем зрошення.

Для вибору оптимального варіанту пристрою для підземного укладання крапельних ліній з множини альтернатив прийнято такі параметри технічного об'єкту і межі їх значень:

- кількість робочих органів (ножів) – від 2 до 4 шт;
- мінімальна глибина закладання трубки – від 0,15 м до 0,3 м;
- максимальна глибина закладання трубки – від 0,5 до 0,6 м;
- ширина захвату пристрою із максимальною кількістю робочих органів – від 2,1 м до 3 м.

Таким значенням відповідає множина пристроїв для підземного укладання крапельних ліній, які представлено на ринку України. Особливості будови та роботи цих засобів механізації можна знайти у відкритих джерелах доступу на сайтах компаній виробників або їх дилерів в Україні. Відповідно до параметрів, які впливають на продуктивність та якість виконання технологічної операції сформовано таблицю 3.

Таблиця 3

**Параметри дійсних значень з альтернативних варіантів пристроїв для підземного укладання крапельних ліній**

Назва машини, виробник	Параметри			
	Кількість робочих органів, шт	Глибина закладання трубки (min), м	Глибина закладання трубки (max), м	Ширина захвату (max), м
ТИТАН 01-04, Україна	4	0,2	0,6	3,0
Zach Agricultural Equipment Afula, Ізраїль	3	0,15	0,5	2,1
ANDROS Force Poly Hose SDI (США)	4	0,2	0,5	3,0
ANDROS Force Poly Line SDI (США)	2	0,2	0,5	2,0
Monosem - M - Double (Франція)	3	0,3	0,5	2,1
f <sup>-</sup>	2	0,15	0,5	2,0
f <sup>+</sup>	4	0,3	0,6	3,0
x <sup>+</sup> , x <sup>-</sup>	max	min	max	max

Вибір найкращої альтернативи  $X^{id}$  визначимо з умови максимального наближення до ідеалу за формулою (4).

Для проведення обчислень за допомогою програмної оболонки Delphi 7 в лабораторії механізації та автоматизації технологічних процесів в садівництві ННІМЗПУ ТДАТУ розроблено програму «Вибір», інтерфейс якої наведено на рисунку 1.

За результатами обчислень визначено, що найкращим (оптимальним) варіантом за наведеними параметрами є варіант №1, де  $X^{id} = x_1$ , так як:

$$j_1(x_5) = \max\{j_1(x_i)\} = 1,33.$$



**Рис.1. Діалогове вікно програми «Вибір» розрахунку вибору оптимального варіанту з множини альтернатив.**

Обраному варіанту відповідає такий тип пристроїв для підземного укладання крапельних ліній:

Варіант №1 – мобільний трубоукладацьник «Титан 01/4», на якому встановлено 4 робочих органи, які здатні забезпечити закладання краплинної трубки на глибину від 0,2 до 0,6 м на загальну ширину захвату 3 м.

**Висновки.** Запропонована методика вибору оптимального варіанту технічного об'єкту з множини альтернатив (на прикладі сільськогосподарської машини) може бути використана для прийняття обґрунтованого рішення на певній стадії життєвого циклу технічного об'єкту. Розроблене програмне забезпечення (з відповідною доробкою) може бути запропоновано споживачу (виробничнику) для пошуку рішення у виборі оптимального варіанту певної машини або обладнання відповідно до визначених споживачем критеріїв.

#### **Список використаних джерел**

1. Файнзільберг Л. С., Жуковська О. А., Якимчук В. С. Теорія прийняття рішень: підручник. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 250 с.
2. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. 2-ге вид., перероб. та допов. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. 336 с.

3. Теорія прийняття рішень [текст] підручник. / За заг. ред. Бутка М. П. [М. П. Бутко, І. М. Бутко, В. П. Мащенко та ін.] К. : «Центр учбової літератури», 2018. 360 с.

4. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. М.: Мир, 1990. 208 с.

5. Колмогоров А.Н., Фомін С.В. Елементи теорії і функціонального аналізу. К.: Вища школа, 1974.

6. Розробити засоби механізації і систему безпеки для існуючих і нових технологій виробництва продукції садівництва та розсадництва плодкових культур: звіт про НДР (заключний) / ТДАТУ; керівник А.І. Караєв. Мелітополь, 2020. 155с. ДР UA 01000565P. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/15804>