

## მრავალკრიტერიუმიან მმართველობით გადაწყვეტილებათა მიღების ალგორითმი და ინფორმაციული ტექნოლოგია

თენგიზ მაჭარაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია მმართველობით გადაწყვეტილებათა მრავალკრიტერიუმიანი ანალიზის ალგორითმი, რომელიც დაფუძნებულია „იდეალური ვექტორის“ მეთოდზე. იგი გულისხმობს ალტერნატივათა ცალკეული ვარიანტების შედარებას პირობითად ეტალონურ პროექტთან, რომელსაც ყველა კრიტერიუმის მიხედვით საუკეთესო მაჩვენებელი აქვს. ოპტიმალურად მიიჩნევა ალტერნატივა, რომელიც კრიტერიალურ სივრცეში ყველაზე ახლოსაა ეტალონურ ალტერნატივასთან. შედეგად, მრავალკრიტერიუმიანი ამოცანა დაიყვანება ერთ ინტეგრალურ კრიტერიუმზე, რომლის მინიმიზაციასაც ვესწრებით. მოყვანილია ალგორითმი, რომელიც ცალკეული კრიტერიუმების მნიშვნელოვნების გასათვალისწინებლად, წონის კოეფიციენტების სახით, ექსპერტულ შეფასებებს იყენებს. დამუშავებულია ამოცანის გადაწყვეტის ინფორმაციული ტექნოლოგია გადაწყვეტილებათა მიღების მხარდამჭერი პროგრამული მოდულის სახით. გადაწყვეტილების მიღების კონკრეტული ამოცანისათვის მოყვანილია ალგორითმის პროცედურები და მისი კომპიუტერული რეალიზაციის შედეგები. ალგორითმი ეფექტიანად შეიძლება გამოვიყენოთ პრაქტიკულ მენეჯმენტში ისეთ გადაწყვეტილებათა ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევისას, რომლებიც შეფასების რაოდენობრივ კრიტერიუმებს იყენებენ.

**საკვანძო სიტყვები:** გადაწყვეტილებათა მიღება. მრავალკრიტერიუმიანი ანალიზი. ალგორითმი. ოპტიმიზაცია. ექსპერტული შეფასება. ინფორმაციული ტექნოლოგია.

### 1. შესავალი

გადაწყვეტილებათა მიღების მხარდამჭერი სისტემების დაპროექტებისას მთავარი საკითხია მისი ფუნქციონირებისათვის აუცილებელი მათემატიკური მოდელებისა და ალგორითმების დამუშავება, რაც საშუალებას გვაძლევს ჩავატაროთ პრობლემური სიტუაციების ანალიზი და მივიღოთ ოპტიმალური გადაწყვეტილება.

განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს გადაწყვეტილებათა მიღების ამოცანები, რომლებშიც შესაძლო ალტერნატივათა შეფასება რამდენიმე კრიტერიუმის მიხედვით ხდება. ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს გადაწყვეტილებათა მიღების მრავალკრიტერიუმიან ამოცანებთან [1]. ამ პრობლემას, მრავალი თეორიული კვლევა ეძღვნება, მაგრამ როგორც ანალიზი აჩვენებს, მათი გამოყენება პრაქტიკულ მენეჯმენტში ყოველთვის არ ხერხდება და შრომატევადია. ამიტომ, პრაქტიკაში გადაწყვეტილებათა მიღებას ძირითადად მაინც ახორციელებენ ერთი რომელიმე კრიტერიუმის საფუძველზე, რაც მათ ნაკლებად ეფექტიანს ხდის. აქედან გამომდინარე, აქტუალურია პრაქტიკული გამოყენებისათვის მოსახერხებელი, მრავალკრიტერიუმიან გადაწყვეტილებათა მიღების ალგორითმებისა და შესაბამისი ინფორმაციული ტექნოლოგიების დამუშავება, რაც საშუალებას აძლევს გადაწყვეტილების მიმღებ პირს ოპერატიულად შეაფასოს მრავალკრიტერიუმიანი ალტერნატივები და მიიღოს უმჯობესი გადაწყვეტილება.

ანალიზი აჩვენებს, რომ მენეჯმენტის მრავალკრიტერიუმიან ამოცანებში, რომლებიც შეფასების რაოდენობრივ კრიტერიუმებს იყენებენ, ეფექტიანია ე. წ. იდეალური ვექტორის მეთოდზე დაფუძნებული ალგორითმების დამუშავება და გამოყენება.

**2. ძირითადი ნაწილი**

დავუშვათ, მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღების ამოცანაში, ცნობილია გადაწყვეტილების შესაძლო ალტერნატივათა სიმრავლე

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$$

და ალტერნატივათა შეფასების რაოდენობრივი კრიტერიუმების სიმრავლე

$$K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}.$$

ალტერნატივათა მრავალკრიტერიუმიანი ანალიზი მდგომარეობს  $K$  სიმრავლის კრიტერიუმების მიხედვით  $A$  სიმრავლის ელემენტთა პრიორიტეტულ მოწესრიგებაში.

ავლინდნენ  $a_{ij}$  -ით ( $i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m$ )  $i$ -ური კრიტერიუმის მიხედვით  $j$ -ური ალტერნატივის რაოდენობრივი შეფასებები და მიღებული მატრიცის ელემენტები განვითარდნენ ცხრილი 1-ში.

ცხრილი 1

კრიტერიუმი	ალტერნატივები				ეტალონური ალტერნატივა
	$A_1$	$A_2$	$\dots$	$A_m$	
$K_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	$\dots$	$a_{1m}$	$a_1^{\max}$
$K_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	$\dots$	$a_{2m}$	$a_2^{\max}$
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
$K_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	$\dots$	$a_{nm}$	$a_n^{\max}$

ყოველი ალტერნატივა ხასიათდება ვექტორით, რომლის ელემენტები ცალკეული კრიტერიუმების მიხედვით მისი შეფასებებია:

$$A_j = \{a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{nj}\}; (j=1,2,\dots,m) \tag{1}$$

გავანალიზოთ ცხრილის ცალკეული სტრიქონები და განვსაზღვროთ ყოველი კრიტერიუმის მიხედვით საუკეთესო ალტერნატივა. ასეთად მივიჩნით ალტერნატივა, რომლის შეფასებაც  $i$ -ური კრიტერიუმის მიხედვით მაქსიმალურია.  $i$ -ური სტრიქონის მაქსიმალური ელემენტები  $a_1^{\max}, a_2^{\max}, \dots, a_n^{\max}$ , მოვათავსოთ ცხრილი 1-ის ბოლო სვეტში. იმის გათვალისწინებით, რომ სამართლიანია პირობა  $\min\{a_{ij}\} = -\max\{-a_{ij}\}$ , იმ კრიტერიუმების შესაბამის მაქსიმალურ მნიშვნელობებს, რომელთა საუკეთესო შეფასებებად მინიმალური მნიშვნელობები ითვლება, მივაწეროთ „მინუს“ ნიშანი.

განვიხილოთ ალტერნატივა, რომლის შესაბამისი ვექტორის კომპონენტები ცალკეულ კრიტერიუმთა მაქსიმალური მნიშვნელობებია:

$$A^* = \{a_1^{\max}, a_2^{\max}, \dots, a_n^{\max}\}. \tag{2}$$

ანლიშნული ალტერნატივა საუკეთესოა, ვინაიდან ის ცალკეული  $i$ -ური კრიტერიუმის მაქსიმალურ მნიშვნელობას იღებს. მრავალკრიტერიუმიანი გადაწყვეტილების მიღების რეალურ ამოცანებში, როგორც წესი, არ არსებობს ალტერნატივა, რომელიც ყველა კრიტერიუმის მიხედვით ოპტიმალურია. ვუწოდოთ ამ ალტერნატივას ეტალონური ან პირობითად საუკეთესო ალტერნატივა. იდეალური ვექტორის მეთოდი მდგომარეობს ისეთი ალტერნატივის მოძებნაში,

რომელიც კრიტერიალურ სივრცეში, გარკვეულ მეტრიკაში, ყველაზე ახლოსაა  $A^*$  ვექტორთან. მეთოდის ალგორითმი გულისხმობს,  $n$  განზომილებიან კრიტერიალურ სივრცეში, წყვილ-წყვილად, იდეალურ ვექტორსა და ნებისმიერ სხვა ალტერნატივას შორის მანძილების განსაზღვრას და მათგან მინიმალურის ამორჩევას. თუ ამოცანას კონკრეტულ, ევკლიდეს მეტრიკაში გადავწყვეტთ, მრავალკრიტერიუმიანი ამოცანა დაიყვანება ერთკრიტერიუმიანი ოპტიმიზაციის ამოცანაზე

$$R_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i^{\max} - a_{ij})^2} \rightarrow \min, \quad (j=1,2,\dots,m). \quad (3)$$

პრაქტიკული მიზნებისათვის მოსახერხებელია გამოვიყენოთ მეთოდის მოდიფიცირებული ალგორითმი. უმრავლეს შემთხვევაში, ალტერნატივათა შეფასების რაოდენობრივ კრიტერიუმებს სხვადასხვა საზომი ერთეული აქვს, რაც ართულებს მათზე მათემატიკურ ოპერაციებს. ამიტომ წინასწარ მოვახდინოთ  $a_{ij}$  მატრიცის ელემენტების ნორმალიზაცია, რაც საშუალებას მოგვცემს დავიყვანოთ ალტერნატივათა რიცხვითი შეფასებები განზომილების არმქონე სიდიდებამდე. მატრიცის ნორმალიზებული ელემენტები გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_i^{\max}}, \quad (4)$$

სადაც:

$a_{ij}$  –  $i$ -ური კრიტერიუმის მიხედვით  $j$ -ურ ალტერნატივათა შეფასების მოცემული მაჩვენებლებია;  
 $a_i^{\max}$  –  $i$ -ური კრიტერიუმის მიხედვით ალტერნატივების შეფასების მაქსიმალური მნიშვნელობებია ( $A\{a_{ij}\}$  მატრიცის სტრიქონების მაქსიმალური ელემენტები);

$x_{ij}$  –  $i$ -ური კრიტერიუმის მიხედვით  $j$ -ური ალტერნატივის შეფასების ნორმალიზებული მაჩვენებელია.

იმისათვის, რომ ინტეგრალურ კრიტერიუმში გავითვალისწინოთ ცალკეული კრიტერიუმების მნიშვნელოვნების ხარისხი, შემოვიტანოთ მათი “წონის” კოეფიციენტები  $c_1, c_2, \dots, c_n$ , რომლებიც განისაზღვრება გადაწყვეტილების მიმღები პირის მიერ ან ექსპერტული შეფასების საფუძველზე. ამ შემთხვევაში, იმის გათვალისწინებით, რომ ნორმალიზების შემდეგ ეტალონური ალტერნატივის ( $A^*$  ვექტორის) ყოველი კომპონენტი 1-ის ტოლია, მივიღებთ ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღების შემდეგ წესს

$$R_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n c_i (1 - x_{ij})^2} \rightarrow \min, \quad (j=1,2,\dots,m); \quad \sum_{i=1}^n c_i = 1. \quad (5)$$

ალგორითმის განხორციელების შედეგად განისაზღვრება ოპტიმალური ალტერნატივა. ასეთად ითვლება ალტერნატივა, რომელსაც ინტეგრალური კრიტერიუმის მინიმალური მნიშვნელობა აქვს. მას შეესაბამება  $A_j \{a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{nj}\}$  ვექტორი, რომელიც გეომეტრიულად ყველაზე ახლოსაა იდეალურ  $A^*$  ვექტორთან.

დამუშავებულია განხილული ალგორითმის შესაბამისი ინფორმაციული ტექნოლოგია, გადაწყვეტილების მიღების მხარდაჭერი პროგრამული მოდულის სახით. ქვემოთ მოყვანილია ალგორითმის პროცედურები და მისი კომპიუტერული რეალიზაციის შედეგები კონკრეტული

მაგალითისათვის. კერძოდ, განხილულია მენეჯმენტის ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული, ფირმის კაპიტალდაბანდებათა პროექტის შერჩევის ამოცანა.

ვთქვათ გვაქვს ოთხი ალტერნატიული პროექტი:  $P_1, P_2, P_3, P_4$ , რომელთა შეფასება ხდება საფინანსო მენეჯმენტში ცნობილი ხუთი კრიტერიუმის საფუძველზე [2]. მოცემულია ცალკეული კრიტერიუმების მიხედვით პროექტების შეფასებათა რაოდენობრივი მაჩვენებლები. შევადგინოთ მათგან  $A_{ij}$  მატრიცა და განვსაზღვროთ ეტალონური პროექტი (ცხრილი 2).

ცხრილი 2

კრიტერიუმი	პროექტები					ეტალონური პროექტი
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	
NPV	150.5	<b>400.6</b>	240.8	345.5	189.8	<b>400.6</b>
PP	1.8	2.0	1.5	2.1	<b>2.5</b>	-2.5
ARR %	36.2	48.2	<b>51.0</b>	40.0	38.5	<b>51.0</b>
PI	<b>1.5</b>	1.34	1.4	0.95	1.1	<b>1.5</b>
IRR %	22.3	18.4	25.5	<b>30.2</b>	27.7	<b>30.2</b>

(4), (5) ფორმულების მიხედვით გაანგარიშებათა შედეგები მოყვანილია ცხრილი 3-ში.

ცხრილი 3

კრიტერიუმი	კრიტერიუმის წონა	პროექტები					ეტალონური პროექტი
		$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	
NPV	0.24	0.37	1	0.60	0.86	0.47	1
PP	0.12	-0.72	-0.8	-0.6	-0.84	-1	1
ARR %	0.14	0.70	0.94	1	0.78	0.75	1
PI	0.31	1	0.89	0.93	0.63	0.73	1
IRR %	0.19	0.74	0.60	0.84	1	0.91	1
$R_j \rightarrow \min$		<b>0.69</b>	<b>0.64</b>	<b>0.59</b>	<b>0.67</b>	<b>0.76</b>	

როგორც ცხრილიდან ჩანს, გადაწყვეტილების საუკეთესო ვარიანტია  $P_3$  პროექტის არჩევა, რომელსაც ოპტიმიზაციის (5) კრიტერიუმის მინიმალური მნიშვნელობა ( $R_j=0.59$ ) შეესაბამება.

### 3. დასკვნა

განხილულია მრავალკრიტერიუმიან მმართველობით გადაწყვეტილებათა მიღების ალგორითმი, რომელიც დაფუძნებულია ე.წ. „იდეალური ვექტორის“ მეთოდზე. დამუშავებულია შესაბამისი ინფორმაციული ტექნოლოგია გადაწყვეტილებათა მიღების მხარდამჭერი პროგრამული მოდულის სახით. ალგორითმი და ინფორმაციული ტექნოლოგია შეიძლება ეფექტიანად გამოვიყენოთ პრაქტიკულ მენეჯმენტში ისეთ გადაწყვეტილებათა ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევისას, რომლებიც შეფასების რაოდენობრივ კრიტერიუმებს იყენებენ.

**ლიტერატურა:**

1. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде. М., Физматлит, 2005
2. Ковалев В.В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. М., Финансы и статистика, 2001.

**ALGORITHM AND INFORMATION TECHNOLOGIES FOR ADOPTION OF THE MULTI-CRITERIA MANAGERIAL DECISIONS**

Macharadze Tengiz  
Georgian Technical University

**Summary**

Hereby an algorithm of managerial multi-criteria decision making is being discussed. The method is based on the “Ideal Vector” approach. An especial information technology as a program module of decision making support system was elaborated. The algorithm and information technology can be efficiently used to choose optimal solution for the decision making based on quantitative criterion.

**АЛГОРИТМ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИНЯТИЯ  
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

Мачарадзе Т.  
Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Рассматривается алгоритм принятия многокритериальных управленческих решений, основанный на методе “идеального вектора”. Разработана соответствующая информация-технология в виде программного модуля поддержки принятия много-критериальных решений. Алгоритм и информация-технология могут быть эффективно использованы в практическом менеджменте для выбора оптимальных вариантов решений, использующих в качестве оценок количественные критерии.