

ინოვაციური იდეების მრავალკრიტერიუმანი ექსპერტული შეფასებათა სისტემა TOPSIS მეთოდის ბაზაზე

ჯულიეტა გაგლოშვილი, ზურაბ გასიტაშვილი, სულხან ხუციშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 77

ანოტაცია

ნაშრომში შემოთავაზებულია ინოვაციური იდეების შეფასების, რანჟირების და ამორჩევის გარკვეული მექანიზმი, ეფექტური იდეების პორტფელის ფორმირების მიზნით. გამოყენებულია TOPSIS მრავალკრიტერიუმანი ექსპერტული მეთოდი, რომელიც ეფუძნება არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიას და შეფასების მაჩვენებლების იერარქიულ წარმოდგენას. დამუშავებულია შეფასების არამკაფიო შკალის ფორმირების და გამოყენების წესები, ასევე ლინგვისტური ცვლადებისთვის შესაბამისი ტრაპეციისმაგვარი, არამკაფიო რიცხვების განსაზღვრის თავისებურებანი. ყოველი იდეის ინტეგრალური შეფასების მისაღებად გამოყენებულია მაჩვენებლების შესაბამისი მახასიათებლების მნიშვნელოვნობის ფარდობითი კოეფიციენტები და ექსპერტების კომპეტენციის აღმნიშვნელი წონები. მოცემულია მათი გამოთვლის კონკრეტული წესები. მეთოდის ყოველი ბიჯი შემოწმებულია კონკრეტულ მაგალითზე და რეალიზებულია Ms Excel-ის გამოყენებით.

საკვანძო სიტყვები: ინოვაციური პროცესი, ინოვაციური იდეები, ექსპერტული მეთოდი, მრავალკრიტერიუმანი შეფასებები, არამკაფიო რიცხვები, არამკაფიო სიმრავლეები, ექსპერტების კომპეტენცია.

1. შესავალი

ცნობილია, რომ ალტერნატივების შეფასებისა და რანჟირების ამოცანებში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს, როგორც გადაწყვეტილების მიმღები პირი/მართვის ჯგუფი, ასევე ექსპერტთა გამოცდილება, ცოდნა და ინტუიცია. მსგავსი ამოცანების გადაწყვეტის დროს ექსპერტებს ურჩევნიათ ალტერნატივების შეფასება მოახდინონ ვერბალური მნიშვნელობების გამოიყენებით, რადგან ამ დროს მცირდება შეცდომის დაშვების ალბათობა.

ალტერნატივების შესაფასებლად წინასწარ იქმნება მაჩვენებლებისა და მახასიათებლების სისტემა. ექსპერტები ლინგვისტური მნიშვნელობების გამოყენებით აფასებენ ალტერნატივების მაჩვენებელთან/მახასიათებელთან მიკუთვნების სიდიდეს. ლინგვისტური მონაცემების შემდგომი დამუშავების მიზნით, ნაშრომში გამოყენებულია მრავალკრიტერიუმანი გადაწყვეტილების მიღების ისეთი ექსპერტული მეთოდი, რომელიც ეფუძნება არამკაფიო სიმრავლეთა და არამკაფიო ლოგიკის თეორიას [1, 2]. არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის მეთოდში გამოყენება, საშუალებას გვაძლევს შეფასებათა სისტემაში ერთდროულად გამოვიყენოთ როგორც

ხარისხობრივი, ასევე რაოდენობრივი მაჩვენებლები, თანაც გადაწყვეტილების მიმღები პირისაგან/მართვის ჯგუფისაგან, რაოდენობრივი ტიპის მაჩვენებლების შემთხვევაში, საწყის ეტაპზე, არ მოითხოვება ზუსტი ალბათური შეფასებების გაკეთება, საკმარისია საპროგნოზო პარამეტრების გარკვეული დიაპაზონის განსაზღვრაც. ინოვაციური იდეების მართვის მრავალკრიტერიუმთან ექსპერტულ სისტემაში, ექსპერტების განსხვავებული კომპეტენცია გარკვეულ წილად გავლენას ახდენს საბოლოო შედეგზე. აღსანიშნავია, რომ ექსპერტთა კომპეტენტურობის შეფასების და გამოყენების საკითხი მსგავს ამოცანებში სამეცნიერო სიახლეს წარმოადგენს.

წარმოდგენილი კვლევის მიზანია, ინოვაციური იდეების მართვის ამოცანებში გადაწყვეტილებების მიღების მხარდამჭერი ექსპერტული სისტემისათვის ალგორითმების დამუშავება TOPSIS-ს მეთოდის გამოყენებით და შედეგების კომპიუტერული რეალიზაცია.

მეთოდი TOPSIS-ი (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution), საშუალებას იძლევა, არსებული ინსტრუმენტალური მიდგომების დახმარებით გამოვრიცხოთ შეფასების ექსპერტული მეთოდის ზოგიერთი ხარვეზი ან შევძლოთ მათი გაუმჯობესება. მეთოდი მოდიფიცირებულია ინოვაციური იდეების მართვის სისტემისათვის.

2. შეფასების ექსპერტული მეთოდოლოგიის მახასიათებლების ანალიზი

[3,4] შრომებში ჩვენს მიერ ჩატარებული იყო იდეების მართვის სისტემების შემადგენელი ზოგიერთი საკითხის კვლევა. მათ შორის გამოყოფილია ისეთი საკითხები და ამოცანები, რომელთა გადაწყვეტაში მნიშვნელოვანი როლი შეიძლება შეასრულოს უკვე არსებული ცოდნის გამოყენებამ და ინფორმაციული ტექნოლოგიების მხარდაჭერამ. გამოვლენილია მათი სპეციფიკური თავისებურებები და დამუშავებულია მათი გადაწყვეტის კომპიუტერული მოდელები. ინოვაციური იდეების მართვის ამოცანების ანალიზმა გამოავლინა ამ უკანასკნელთა შემდეგი ძირითადი მახასიათებლები:

- ✓ ინოვაციური იდეების მართვის ამოცანებში მონაწილე მონაცემების მრავალსახეობა და მრავალკრიტერიული ხასიათი;
- ✓ კრიტერიუმების (მაჩვენებლების) მრავალდონიანი იერარქიული სტრუქტურა, რომელიც გამოიხატება იმაში, რომ ზედა დონის თითოეული კრიტერიუმი (მაჩვენებელი) ეფუძნება მისი ქვედა დონის კერძო მახასიათებლების აგრეგაციას;
- ✓ მაჩვენებლების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ბუნება;
- ✓ მაჩვენებლების ცალმხრივი განსაზღვრის შეუძლებლობა და მათი მნიშვნელობების სფეროს ცვალებადობა;
- ✓ განსახილველ ვარიანტებზე (ობიექტები, ალტერნატივები, იდეები) კრიტერიუმებისა და მაჩვენებლების სხვადასხვაგვარი გავლენა, ასევე მათი განსხვავებული წონების აღრიცხვის აუცილებლობა. ეს განსაზღვრავს გადაწყვეტილების მიღების პროცესში ექსპერტთა (ინფორმაციის მატარებლების) ჩართვის აუცილებლობას და ამ უკანასკნელთა მოსაზრებების გათვალისწინებას;
- ✓ რეალურ სიტუაციებში დიდი რაოდენობის სხვადასხვა კერძო კრიტერიუმების (მახასიათებლების) ხელმისაწვდომობა, რომლებიც ართულებენ და აფერხებენ ალტერნატივების ფორმალურ შედარებას;

- ✓ ინოვაციური იდეების მართვის სისტემისთვის დასახელებული თავისებურებები იძლევიან მათი, როგორც მრავალკრიტერიუმის ანალიზის ამოცანების იდენტიფიცირების საშუალებას და გადაწყვეტილებების მიღებას არამკაფიო გარემოში. როგორც წესი, მრავალკრიტერიული ანალიზი მოთხოვნადია ისეთი კატეგორიის ამოცანების გადაჭრისას, როგორცაა ობიექტების (ალტერნატივების) შერჩევა, შეფასება, შედარება, გადარჩევა, რანჟირება და კლასიფიკაცია არამკაფიო გარემოში. ეს ამოცანები მიეკუთვნება ყველაზე გავრცელებულ კატეგორიას გადაწყვეტილების მიღების უზრუნველყოფის სისტემებში და გვხვდება სხვადასხვა კომბინაციაში [6,7].
- ✓ ინოვაციური იდეების მართვის სისტემებში ჩვენს მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა გამოავლინა კომპეტენტური ექსპერტების (ექსპერტთა ჯგუფი) მონაწილეობის აუცილებლობა და მათი საქმიანობის მნიშვნელობა. მაგალითად, მისაღები გადაწყვეტილების ობიექტურობასა და ხარისხის ამაღლებაზე, მაჩვენებლების და მათი მახასიათებლების მნიშვნელოვნობის შეფასების პროცედურის ჩატარებაზე, ასევე ეფექტური საბოლოო შედეგის მიღებაზე ხშირად განმსაზღვრელ ზეგავლენას ახდენს ექსპერტების კვალიფიკაცია. დაახლოებით ერთნაირი კომპეტენციის მქონე ექსპერტთა ჯგუფის ფორმირება პრაქტიკაში საკმაოდ რთულია, და ამიტომ ექსპერტების კომპეტენციების სხვადასხვაობა შესაბამისი წონებით უნდა განისაზღვროს. რიგ კვლევებში კი დაშვებულია ექსპერტთა კომპეტენცია იყოს ერთნაირი.

შეიძლება ითქვას, რომ ინოვაციური იდეების მართვის ამოცანების გადაჭრის მეთოდების ფართო სპექტრიდან, ამა თუ იმ მეთოდის შერჩევისას, აუცილებელია სპეციფიკური თავისებურებების მაქსიმალური გათვალისწინება. გარდა ამისა, შერჩეულმა მეთოდოლოგიურმა მიდგომამ უნდა უზრუნველყოს:

- 1) გადაწყვეტილებების მიღების შესაძლებლობა არამკაფიო გარემოში;
- 2) შეზღუდვების არარსებობა ალტერნატივების, მაჩვენებლებისა და მახასიათებლების რაოდენობაზე;
- 3) გადაწყვეტილების მიღების პროცედურაში მონაწილე ექსპერტთა კომპეტენციის გაანგარიშება;
- 4) ალტერნატივების აღმწერი მაჩვენებლების იერარქიული სტრუქტურის გათვალისწინება.

ინოვაციური იდეების მართვის სისტემის პროცესების და შემადგენელი ამოცანების მოდელირებისთვის, კომპლექსური მიდგომის საფუძველზე, გარკვეული დაშვებები და ინფორმაციის შემდეგი ნაკრების გამოყენება:

ალტერნატივა - ეს არის არჩევანი ვარიანტების სიმრავლიდან, რომლებიც უნდა შეფასდეს საუკეთესოს ამორჩევის მიზნით. ჩვენს შემთხვევაში ალტერნატივები არიან ინოვაციური იდეები.

მაჩვენებლები (კრიტერიუმები) - ისინი ახასიათებს ალტერნატივებს და მათი გამოყენებით უნდა მოხდეს ალტერნატივების შეფასება.

სისრულე - მნიშვნელოვანი ფაქტორია სწორი შედეგისათვის, უნდა ვუზრუნველყოთ, რომ შეფასების ყველა მნიშვნელოვანი მაჩვენებელი ჩართული იყოს მაჩვენებელთა სიაში;

გამორიცხვა - ყველა ის მაჩვენებელი, რომელიც მაჩვენებლების წინასწარი შეფასებით უმნიშვნელო აღმოჩნდა, ან დუბლირებულია თავიდანვე უნდა გამოირიცხოს მაჩვენებელთა სიიდან;

შეფასება - ყველა ალტერნატივა სრულყოფილად უნდა ფასდებოდეს შერჩეული მაჩვენებლებით.

ყოველი კონკრეტული მაჩვენებელი ხასიათდება შესაბამისი მახასიათებლების სიმრავლით და ა.შ.

შრომებში [5,6,7] ავტორების მიერ შემოთავაზებულია მართვის ამოცანების გადაჭრის მეთოდები მულტიკრიტერიული სკალარული ოპტიმიზაციის საფუძველზე, რაც იძლევა არატომნიშვნელოვანი იერარქიული სტრუქტურირების გათვალისწინების საშუალებას. მრავალკრიტერიული სკალარული ოპტიმიზაციის მეთოდები, რომლის დამფუძნებლები არიან ფონ ნეიმანი და მორგენშტერნი, ეფუძნებიან ალტერნატივების შეფასების მაჩვენებლებისადმი მიკუთვნების ფუნქციების აგრეგაციას [8].

3. მეთოდი - TOPSIS

TOPSIS მეთოდის ძირითადი იდეა მდგომარეობს იმაში, რომ ყველაზე სასურველი ალტერნატივა არა მხოლოდ ახლოს უნდა იდგას იდეალურ გადაწყვეტასთან, არამედ სხვა ალტერნატივებთან შედარებით მიუღებელ გადაწყვეტილებებთან დაშორებული უნდა იყოს ყველაზე მეტად [13]. აქ ყველაზე საუკეთესო (ოპტიმალური) ამოხსნა წარმოადგენს ვექტორს, რომელსაც გააჩნია მაქსიმალური მნიშვნელობები თითოეული მახასიათებლის მიხედვით სხვა ალტერნატივებთან შედარებით, ხოლო მიუღებელი (ყველაზე ცუდი) ამოხსნა არის ვექტორი, რომელსაც გააჩნია მინიმალური მნიშვნელობები თითოეული მახასიათებლისთვის. როგორც TOPSIS მეთოდის არსიდან გამომდინარეობს, ამ უკანასკნელის გამოყენებით საკმაოდ ეფექტურად არის შესაძლებელი არამკაფიო მრავალკრიტერიუმის ამოცანების გადაჭრა, რომლებიც წარმოადგენენ გადაწყვეტილებების მიღების მხარდაჭერის მათემატიკურ საფუძველს, ინოვაციური იდეების მართვის სიტემის ამოცანებში. გადაწყვეტილებათა მიღების თეორიაში მრავალკრიტერიულ ოპტიმიზაციაში იგულისხმება საუკეთესო გადაწყვეტილების არჩევა შესაძლო ალტერნატივებს შორის [8, 9].

TOPSIS მეთოდი წარმოადგენს ერთ-ერთ ეფექტურ ინსტრუმენტს, რომელიც ხელს შეუწყობს გადაწყვეტილების მიმღებ პირებს და ექსპერტებს მათი მიზნების და სუბიექტური მოსაზრებების ფორმულირებაში, მაჩვენებელთა სისტემის სტრუქტურირებაში, ალტერნატივების შეფასებაში გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესში არამკაფიო მათემატიკის, ლინგვისტური ცვლადების, არამკაფიო სიმრავლეთა და არამკაფიო რიცხვთა ენაზე.

ოპტიმიზაციის ამოცანების გადაწყვეტა TOPSIS გამოყენებით გულისხმობს, იმ ხარისხობრივი ლინგვისტური ცვლადების მნიშვნელობათა გადაყვანას არამკაფიო რიცხვებში, რომლებიც მიუთითებენ, რომ ესა თუ ის ალტერნატივა რა მიკუთვნებით შეესაბამება შეფასების კრიტერიუმებს. არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიაზე და

არამკაფიო რიცხვების შესაძლებლობებზე დაწვრილებით არ შევჩერდებით, საჭირო ინფორმაცია შეიძლება იხილოთ, მაგალითად [12]-ში. მხოლოდ აღვნიშნავთ, რომ ჩვენ ძირითადად გამოვიყენებთ ტრაპეციის მაგვარ არამკაფიო რიცხვებს, რომელთათვისაც არითმეტიკული ოპერაციები და მანძილის ცნება განსაზღვრულია შემდეგი წესით: ვთქვათ მოცემული გვაქვს ორი არამკაფიო ტრაპეციის მაგვარი რიცხვი

$$\bar{p} = (p_1, p_2, p_3, p_4) \text{ და } \bar{m} = (q_1, q_2, q_3, q_4)$$

მაშინ შევრების, გამოკლების და გამრავლების ოპერაციები ტრაპეციის მაგვარ რიცხვებზე სრულდება შემდეგი ფორმულებით:

$$\begin{aligned} \bar{p} \oplus \bar{q} &= [p_1 + q_1, p_2 + q_2, p_3 + q_3, p_4 + q_4]; \\ \bar{p} - \bar{q} &= [p_1 - q_1, p_2 - q_2, p_3 - q_3, p_4 - q_4]; \\ \bar{p} \otimes \bar{q} &= [p_1 q_1, p_2 q_2, p_3 q_3, p_4 q_4]; \\ \bar{p} \otimes r &= [p_1 r, p_2 r, p_3 r, p_4 r]. \end{aligned} \quad (1)$$

მანძილი მოცემულ ორ ტრაპეციის მაგვარ რიცხვს შორის განისაზღვრება ფორმულით:

$$d_c(\bar{p}, \bar{q}) = \sqrt{\frac{1}{4} ((p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + (p_3 - q_3)^2 + (p_4 - q_4)^2)}, \quad (2)$$

თუ \bar{p}, \bar{q} არიან ერთი და იგივე მნიშვნელობის ტრაპეციის მაგვარი რიცხვები, მაშინ მათ შორის მანძილი ნულის ტოლია. ანუ $d_c(\bar{p}, \bar{q}) = 0$. [10,11]

შემოვიტანოთ შემდეგი აღნიშვნები:

1. $A = \{a_i, i = \overline{1, n}\}$ - ალტერნატივების სიმრავლე;
2. $C = \{C_j, j = \overline{1, m}\}$ - მაჩვენებლების სიმრავლე (პირველი დონის კრიტერიუმები);
3. $C_j = \{c_{jt}, t = \overline{1, T}\}$ - მახასიათებლების სიმრავლე (მეორე დონის კრიტერიუმები);
4. $E = \{e_l, l = \overline{1, k}\}$ - ექსპერტების სიმრავლე;
5. $w_j, j = \overline{1, m}$ - მაჩვენებლების მნიშვნელოვნების ფარდობითი კოეფიციენტები
 $C = \{C_j, j = \overline{1, m}\}$ მაჩვენებლებისათვის;
6. $w_{jt}, t = \overline{1, T}, j = \overline{1, m}$ - მახასიათებლების მნიშვნელოვნების ფარდობითი კოეფიციენტები;
7. $v_l, l = \overline{1, g}$ - ექსპერტების კომპეტენტურობის კოეფიციენტი.

ჩვენი მიზანია, წინასწარ განსაზღვრული შეფასების მაჩვენებლებისა და მათი მახასიათებლების მიხედვით, ექსპერტების არამკაფიო შეფასებების საფუძველზე, მათი კომპეტენციის კოეფიციენტების გათვალისწინებით, მოვახდინოთ ინოვაციური იდეების მრავალკრიტერიუმული შეფასება და რანჟირება.

4. ინოვაციური იდეების შეფასების და რანჟირების ალგორითმი TOPSIS მეთოდის ბაზაზე

ბიჯი1.

თავიდან უნდა მოვახდინოთ ორ დონიანი შეფასების კრიტერიუმის (მაჩვენებელი, მახასიათებელი) დაყვანა ერთ დონიან (მახასიათებელი) შეფასების კრიტერიუმზე და შემდეგ გამოვთვალოთ მათი წონები. იხ. სურათი 1 და 2.

ამიტომ მნიშვნელოვანია გამოვთვალოთ შეფასების $C = \{C_j, j = \overline{1, m}\}$ მაჩვენებლების და $C_j = \{c_{jt}, t = \overline{1, T}\}$ - მახასიათებლების მნიშვნელოვნობის ფარდობითი კოეფიციენტები. ამ ამოცანის გადაწყვეტის ბევრი მეთოდი არსებობს. ჩვენ ვიყენებთ შემდეგ მეთოდს:

პირველ რიგში თითოეული ექსპერტი ახდენს მაჩვენებლების რანჟირებას.

ცალკეული ექსპერტის მიერ მაჩვენებელზე რანგების მინიჭების შედეგად იქმნება ვექტორი:

$$R_j = \{r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{mj}\} = \{r_{gj}, g = \overline{1, m}\};$$

შედეგად ვლემულობთ მაჩვენებლების რანგების მატრიცას

$$R = \{R_1, R_2, \dots, R_l\} = \{R_{lj}, l = \overline{1, k}\};$$

რანგების მატრიცაში ავჯამოთ სტრიქონების ელემენტები. მიღებული ვექტორი სვეტის ელემენტები იქნებიან მაჩვენებლების შესაბამისი ჯამური რანგები ექსპერტების მიხედვით. ამ ოპერაციის შედეგად ვლემულობთ ასეთ ვექტორს:

$$s_j = \{\sum_{l=1}^k r_{lj}, j = \overline{1, m}\}.$$

შევკრიბოთ ამ ვექტორ სვეტის ელემენტები. მივიღებთ რანგების ინტეგრირებულ ჯამს, უკვე ყველა მაჩვენებლის და ყველა ექსპერტის მიხედვით:

$$S = \sum_{j=1}^m s_j$$

ამის შემდეგ ვპოულობთ შეფასების მაჩვენებლების მნიშვნელოვნობის ფარდობით კოეფიციენტებს შემდეგი წესით:

$$w_j = \{\frac{s_j}{S}, j = \overline{1, m}\}, \text{ ცხადია } \sum_{j=1}^m w_j = 1$$

ზუსტად იგივე მეთოდის გამოყენებით გამოითვალება, ცალკეული მაჩვენებლების შესაბამისი მახასიათებლების მნიშვნელოვნობის ფარდობითი კოეფიციენტები

$$w_{jt}, t = \overline{1, p_j}, j = \overline{1, m};$$

შეფასების ერთ დონიან მახასიათებელთა სისტემაზე დაყვანა და მახასიათებელთა წონების განსაზღვრა ხდება შემდეგი ოპერაციების გამოყენებით.

მაჩვენებელთა მნიშვნელოვნების ფარდობით კოეფიციენტების w_j , ($\sum_{j=1}^m w_j = 1$) და მახასიათებელთა მნიშვნელოვნობის ფარდობითი კოეფიციენტების

$$w_{jt}, t = \overline{1, p_j}, j = \overline{1, m} \quad (\sum_{t=1}^{p_j} w_{jt} = 1)$$

გამრავლებით განისაზღვრება w_{jt}^c - წონები. კერძოდ ვიყენებთ შემდეგ ფორმულას

$$w_{jt}^c = w_{jt} \cdot w_j$$

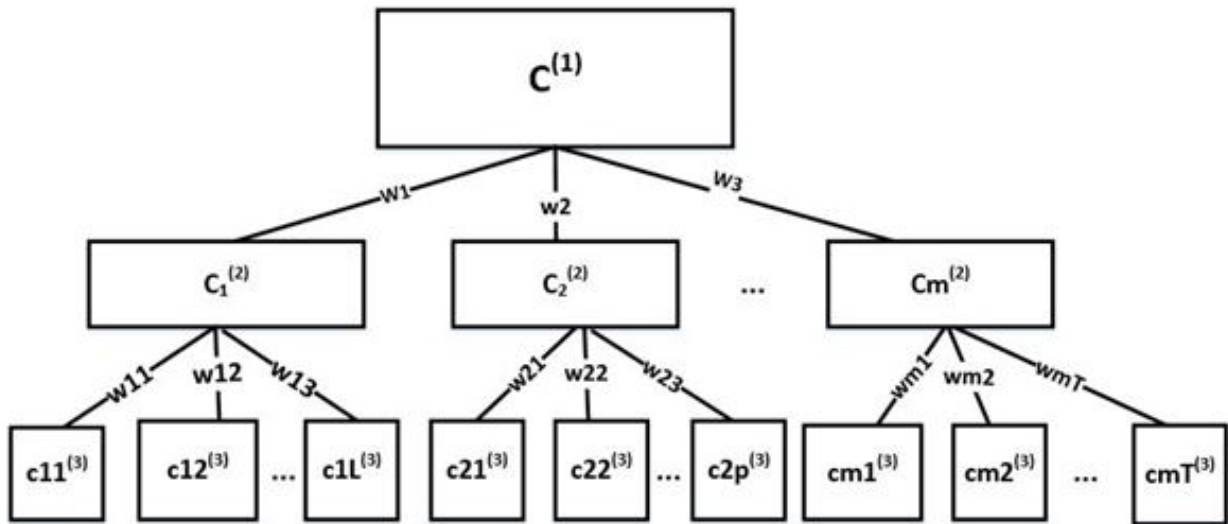
შედეგად მაჩვენებელთა და მახასიათებელთა ორ დონიანი იერარქიული სტრუქტურისაგან (სურ. 1) ვლემულობთ ერთ დონიან, მხოლოდ მახასიათებელთა სისტემას შესაბამისი წონებით (სურ. 2). შემდგომში გამოყენების გამარტივების მიზნით მახასიათებლები ერთიანდებიან ერთ G სიმრავლეში:

$$G = \{c_{jk}, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, p_j}\} = \{c_z, z = \overline{1, Z}\};$$

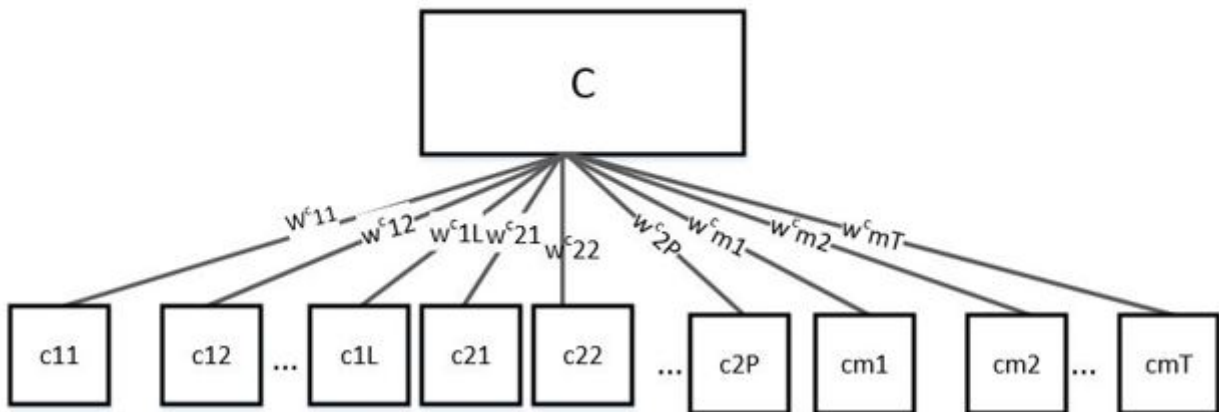
$$z = p_{j-1} + t, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, p_j}, p_0 = 0;$$

აქ Z არის მახასიათებელთა რაოდენობა, $Z = \sum_{j=1}^m p_j$ ასეთ შემთხვევაში

$$w_z = w_{jt}^c, w_z = w_{jt}^k$$



სურ. 1 მაჩვენებლებისა და მახასიათებლების ორ დონიანი იერარქიული სტრუქტურა



სურ. 2 მაჩვენებლებისა და მახასიათებლების ერთ დონიანი იერარქიული სტრუქტურა

ბიჯი 2

ექსპერტების ალტერნატივის მახასიათებელთან მიკუთვნების ხარისხი განისაზღვრება ლინგვისტური მნიშვნელობებით და შემდეგ ისინი გამოიხატება არამკაფიო ტრაპეციის მაგვარი რიცხვებით

$$R^l = (r_{iz}^l) = (a_{iz}^l, b_{iz}^l, c_{iz}^l, d_{iz}^l).$$

ასეთი შესაბამისობა მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. შეფასების არამკაფიო სკალა

ლინგვისტური მნიშვნელობები	არამკაფიო ტრაპეციის მაგვარი რიცხვები
ძალიან სუსტი	(0,0,1,2)
სუსტი	(1,2,2,3)

უმნიშვნელოდ სუსტი	(2,3,4,5)
დამაკმაყოფილებელი	(4,5,5,6)
უმნიშვნელოდ კარგი	(5,6,7,8)
კარგი	(7,8,8,9)
ძალიან კარგი	(8,9,10,10)

ამ სკალის მიხედვით თუ a_i ალტერნატივისათვის მახასიათებელი c_z - ზე მიკუთვნება ექსპერტი1 მიერ შეფასდა „კარგი“ მნიშვნელობით ტრაპეციის მაგვარი რიცხვებით გამოიხატება შემდეგნაირად $r_{iz}^1 = (7,8,8,9)$, თუ ექსპერტმა შეაფასა „ძალიან კარგი“ მნიშვნელობით მაშინ $r_{iz}^1 = (8,9,10,10)$ და ა.შ. მახასიათებლების მიხედვით ცალკეული ალტერნატივების ექსპერტების შეფასების შედეგად მივიღებთ ასეთ მატრიცას:

$$R^l = [r_{iz}^l], l = \overline{1, k} \Leftrightarrow \{a_{iz}^l, b_{iz}^l, c_{iz}^l, d_{iz}^l\}, l = \overline{1, k}$$

ბიჯი 3

ექსპერტების კომპეტენციების (წონები) გამოთვლას ახდენს შემფასებელი, საატის წყვილებად შედარების მატრიცის გამოყენებით.

$v_i, l = \overline{1, g}$ ამ ვექტორების გამოყენებით მოხდება შემდეგი მატრიცის ფორმირება:

$$R^{v_i} = [r_{iz}^{v_i}], l = \overline{1, k} \Leftrightarrow \{a_{iz}^{v_i}, b_{iz}^{v_i}, c_{iz}^{v_i}, d_{iz}^{v_i}\}, l = \overline{1, k}$$

რომლის ელემენტები ტრაპეციის მაგვარი რიცხვებია, ისინი გამოიხატავენ a_i ალტერნატივის k_z მახასიათებელზე მიკუთვნების ხარისხს ექსპერტების კომპეტენციების გათვალისწინებით და გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$\begin{aligned} a_{iz}^{v_i} &= a_{iz}^l \cdot v_i; \\ b_{iz}^{v_i} &= b_{iz}^l \cdot v_i; \\ c_{iz}^{v_i} &= c_{iz}^l \cdot v_i; \\ d_{iz}^{v_i} &= d_{iz}^l \cdot v_i; \end{aligned} \tag{3}$$

ბიჯი 4

ამ ბიჯზე ხდება ერთიანი აგრეგირებული მატრიცის ფორმირება.

$$R^{v_i} = [r_{iz}^{v_i}], l = \overline{1, g} \Leftrightarrow \{a_{iz}^{v_i}, b_{iz}^{v_i}, c_{iz}^{v_i}, d_{iz}^{v_i}\}, l = \overline{1, g}$$

$$l = \overline{1, g} \Leftrightarrow R_{iz} = [r_{iz}] \Leftrightarrow \{a_{iz}, b_{iz}, c_{iz}, d_{iz}\}$$

ამ მატრიცის ელემენტები განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$\begin{aligned} a_{iz} &= \{\min a_{iz}^{v_i}, l = \overline{1, g}\} \\ b_{iz} &= \frac{1}{g} \sum_{l=1}^g b_{iz}^{v_i}; \\ c_{iz} &= \frac{1}{g} \sum_{l=1}^g c_{iz}^{v_i}; \\ d_{iz} &= \{\max d_{iz}^{v_i}, l = \overline{1, g}\}; \end{aligned} \tag{4}$$

ბიჯი 5

ამ ბიჯზე ხორციელდება მახასიათებლების შეწონვა. ამ მიზნით აგრეგირებული მატრიცის ელემენტები უნდა გამრავლდეს მახასიათებლების შესაბამის წონებზე.

მატრიცის ელემენტებია:

$$R_{iz} = [r_{iz}] \Leftrightarrow \{a_{iz}, b_{iz}, c_{iz}, d_{iz}\}$$

ამ ოპერაციის შედეგად მიიღება შეწონილი მატრიცა:

$$R_{iz}^w = [r_{iz}^w] \Leftrightarrow \{a_{iz}^w, b_{iz}^w, c_{iz}^w, d_{iz}^w\} \quad \text{სადაც}$$

$$\begin{aligned} a_{iz}^w &= a_{iz} \cdot w_z; \\ b_{iz}^w &= b_{iz} \cdot w_z; \\ c_{iz}^w &= c_{iz} \cdot w_z; \\ d_{iz}^w &= d_{iz} \cdot w_z; \end{aligned} \quad (5)$$

ბიჯი 6

უნდა მოვახდინოთ მიღებული მატრიცის ნორმალიზება. ამ მიზნით გამოიყენება Hsu და Cehn - ის მეთოდი [9], რომელიც მდგომარეობს შემდეგში. განისაზღვრება $d_z^+ = \max d_{iz}^w, i = \overline{1, n}$ და ქვემოთ მოცემული გამოსახულების გამოყენებით განისაზღვრება ნორმირებული, გადაწყვეტილების მიმღები მატრიცა:

$$R_{iz}^N = [r_{iz}^N] \Leftrightarrow \{a_{iz}^N, b_{iz}^N, c_{iz}^N, d_{iz}^N\} \Leftrightarrow \left\{ \frac{a_{iz}^w}{d_z^+}, \frac{b_{iz}^w}{d_z^+}, \frac{c_{iz}^w}{d_z^+}, \frac{d_{iz}^w}{d_z^+} \right\}. \quad (6)$$

ბიჯი 7

გადაწყვეტილების მიღების მატრიციდან უნდა ვიპოვოთ იდეალური პოზიტიური გადაწყვეტა (ი.პ.გ) X^+ , ამ მიზნით ყოველი $k_z, z = \overline{1, Z}$, ამოირჩევა

$$d_z^* = \{ \max d_{iz}^N, i = \overline{1, n} \}. \quad (7)$$

შედეგად მოხდება შემდეგი მატრიცის ფორმირება

$$A^* = [d_z^*] = [(d_1^*, d_1^*, d_1^*, d_1^*), \dots, (d_z^*, d_z^*, d_z^*, d_z^*)]. \quad (8)$$

(6) - გამოსახულებიდან გამომდინარე ჩვენს შემთხვევაში $d_z^* = 1, \forall z$, ანუ X^* მატრიცის ყველა ელემენტი ტოლია 1-ის.

ბიჯი 8

გამოითვლება იდეალური ნეგატიური გადაწყვეტა (ი.ნ.გ) A^- , ამ მიზნით ყოველი $k_z, z = \overline{1, Z}$, მოიძებნება

$$a_z^- = \{ \min a_{iz}^N, i = \overline{1, n} \}. \quad (9)$$

ამ ბიჯზე მოხდება შემდეგი მატრიცის ფორმირება

$$A^- = [a_z^-] = [(a_1^-, a_1^-, a_1^-, a_1^-), \dots, (a_z^-, a_z^-, a_z^-, a_z^-)]. \quad (10)$$

ბიჯი 9

(2) - ფორმულის გამოყენებით ცალკეული ალტერნატივებისათვის მახასიათებლების მნიშვნელობების მიხედვით, გამოითვლება მანძილები, ი.პ.გ-მდე და ი.ნ.გ-მდე.

$$D_z^*(a_i, A^*) = \sqrt{\frac{1}{4}(a_{iz}^N - d_z^*)^2 + (b_{iz}^N - d_z^*)^2 + (c_{iz}^N - d_z^*)^2 + (d_{iz}^N - d_z^*)^2}. \quad (11)$$

$$D_z^-(a_i, A^-) = \sqrt{\frac{1}{4}(a_{iz}^N - a_z^+)^2 + (b_{iz}^N - a_z^+)^2 + (c_{iz}^N - a_z^+)^2 + (d_{iz}^N - a_z^+)^2} \quad (12)$$

მიღებული მნიშვნელობების მიხედვით ხდება ვექტორის ფორმირება:

$$[D^*] = [D_1^*, \dots, D_z^*],$$

$$[D^-] = [D_1^-, \dots, D_z^-].$$

ბიჯი 10

გამოითვლება მანძილების ჯამი ცალკეული ალტერნატივების ი.პ.გ-მდე და ი.ნ.გ-მდე ფორმულებით:

$$D^*(a_i) = \sqrt{\sum_{z=1}^z (D_z^*(a_i, A^*))^2}, \quad (13)$$

$$D^-(a_i) = \sqrt{\sum_{z=1}^z (D_z^-(a_i, A^-))^2}. \quad (14)$$

ბიჯი 11

გამოვთვალოთ ინტეგრალური მაჩვენებელი, სიახლოვის კოეფიციენტი, ცალკეული ალტერნატივებისათვის ფორმულებით:

$$D(a_i) = D^*(a_i) + D^-(a_i),$$

$$F(a_i) = \frac{D^-(a_i)}{D(a_i)}$$

$F(a_i)$ სიახლოვის კოეფიციენტის მიხედვით ვახდენთ ალტერნატივების რანჟირებას, რაც უფრო ახლოსაა $F(a_i)$ კოეფიციენტი 1-თან მით უფრო კარგია, ის ალტერნატივაა უკეთესი, რომლის $F(a_i)$ კოეფიციენტის მნიშვნელობა უფრო მაღალია. ანუ ეს ალტერნატივა წარმოადგენს ოპტიმალურს.

5. თეორიული შედეგების კომპიუტერული რეალიზაცია

ვთქვათ საჭიროა ინოვაციური პროცესის საწყის (ინოვაციების გენერირების) ეტაპზე, ინოვაციური იდეების შეფასება და შერჩევა [3], მაჩვენებელთა და მახასიათებელთა შემდეგი სისტემისთვის.

ცხრილი 2. მაჩვენებლები და მახასიათებლები

მაჩვენებელი	მახასიათებელი
ინოვაციური იდეის აკადემიური და კომერციული ღირებულება	იდეის სამეცნიერო ღირებულება;
	ინოვაციური იდეის აქტუალურობა;
	ინოვაციური იდეის ორიგინალურობა;
	ინოვაციური იდეის კომერციული პოტენციალი;
ტექნიკური მხარე და განვითარება	მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შესაბამისობა;

	ამოცანის გადაჭრის რეალისტურობა;
	შედეგების სოციალურ-ეკონომიკური ღირებულება;
	განვითარების პერსპექტივა;
რესურსები	ბიუჯეტის შესაბამისობა;
	კვალიფიკაციის შესაბამისობა;
	ადამიანური რესურსის შესაბამისობა;

ბიჯი 1. იდეების შეფასების მაჩვენებლებისა და მახასიათებლების ორ დონიანი სტრუქტურა და მისი დაყვანა ერთ დონეზე

ცხრილი 3. მაჩვენებლების და მახასიათებლების იერარქიული ორ დონიანი სტრუქტურა

მაჩვენებელი 1 (მაჩ.1) - ინოვაციური იდეის აკადემიური და კომერციული ღირებულება
<i>მახასიათებელი 1_1 (მახ.1_1) - იდეის სამეცნიერო ღირებულება;</i>
<i>მახასიათებელი 1_2 (მახ.1_2) - ინოვაციური იდეის აქტუალურობა;</i>
<i>მახასიათებელი 1_3 (მახ.1_3) - ინოვაციური იდეის ორიგინალურობა;</i>
<i>მახასიათებელი 1_4 (მახ.1_4) - ინოვაციური იდეის კომერციული პოტენციალი;</i>
მაჩვენებელი 2 (მაჩ.2) - ტექნიკური მხარე და განვითარება
<i>მახასიათებელი 2_1 მახ.(2_1) - მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შესაბამისობა;</i>
<i>მახასიათებელი 2_2 მახ.(2_2) - ამოცანის გადაჭრის რეალისტურობა;</i>
<i>მახასიათებელი 2_3 მახ.(2_3) - შედეგების სოციალურ - ეკონომიკური ღირებულება;</i>
<i>მახასიათებელი 2_4 მახ.(2_4) - განვითარების პერსპექტივა</i>
მაჩვენებელი 3 (მაჩ.3) - რესურსები
<i>მახასიათებელი 3_1 (მახ.3_1) - ბიუჯეტის შესაბამისობა;</i>
<i>მახასიათებელი 3_2 (მახ.3_2) - კვალიფიკაციის შესაბამისობა;</i>

გვაქვს ოთხი ალტენატივა, შეფასებას ახდენს ოთხი ექსპერტი. საატის წყვილებად შედარების მატრიცის გამოყენებით, შემფასებელი წინასწარ განსაზღვრავს ექსპერტთა კომპეტენტურობის კოეფიციენტს.

	ექსპ.1	ექსპ.2	ექსპ.3	ექსპ.4	ჯამი	წონა	ექსპერტი	კომპეტენტის კოეფიციენტი
ექსპ.1	1.00	3.00	0.33	2.00	1.19	0.28	ექსპ1	0.28
ექსპ.2	0.33	1.00	3.00	3.00	1.32	0.31	ექსპ2	0.31
ექსპ.3	3.00	0.33	1.00	3.00	1.32	0.31	ექსპ3	0.31
ექსპ.4	0.50	0.33	0.33	1.00	0.49	0.11	ექსპ4	0.11
ჯამი	4.83	4.67	4.67	9.00	4.31	1.00	ჯამი	1.00

რაოდენობა

საკუთრივი რიცხვი 5.20

ინდექსი 0.40

განვსაზრვროთ მაჩვენებლების მნიშვნელოვნების ფარდობითი კოეფიციენტები: ამ მიზნით ექსპერტები ქმნიან მაჩვენებლების რანგების მატრიცას (ბიჯი1):

მაჩვენებლის მნიშვნელოვნობის ფარდობით კოეფიციენტის გამოთვლა

	ექსპ.1	ექსპ.2	ექსპ.3	ექსპ.4	ჯამი	კოეფიციენტი
მაჩ.1	1	2	1	1	5	0.22
მაჩ.2	2	2	2	2	8	0.35
მაჩ.3	3	2	2	3	10	0.43
					23	1.00

კონკორდაციის კოეფიციენტი: **W= 0.7**

შეთანხმება მიღწეულია

პირველი მაჩვენებლის მახასიათებლების მნიშვნელოვნების ფარდობითი კოეფიციენტების გამოთვლა

	ექსპ.1	ექსპ.2	ექსპ.3	ექსპ.4	ჯამი	კოეფიციენტი
მახ.1_1	2	1	2	1	6	0.16
მახ.1_2	2	1	1	2	6	0.16
მახ.1_3	2	3	4	4	13	0.34
მახ.1_4	2	4	4	3	13	0.34
					38	1.00

კონკორდაციის კოეფიციენტი: **W= 0.64**

შეთანხმება მიღწეულია

მეორე მაჩვენებლის მახასიათებლების მნიშვნელოვნების ფარდობითი კოეფიციენტების გამოთვლა

	ექსპ.1	ექსპ.2	ექსპ.3	ექსპ.4	ჯამი	კოეფიციენტი
მახ.2_1	1	1	1	1	4	0.11
მახ.2_2	2	2	2	2	8	0.22
მახ.2_3	3	3	1	3	10	0.28
მახ.2_4	4	4	2	4	14	0.39
					36	1.00

კონკორდაციის კოეფიციენტი: **W= 0.8**

შეთანხმება მიღწეულია

მესამე მაჩვენებლის მახასიათებლების მნიშვნელოვნების ფარდობითი კოეფიციენტების გამოთვლა

	ექსპ.1	ექსპ.2	ექსპ.3	ექსპ.4	ჯამი	კოეფიციენტი
მახ.3_1	2	1	1	1	5	0.38
მახ.3_2	2	2	2	2	8	0.62

კონკორდაციის კოეფიციენტი: **W= 0.75**
 შეთანხმება მიღწეულია

	მაჩვენებლის კოეფ.	მახასიათებლის კოეფ.	მახ. წონა
მახ.1_1	0.22	0.16	0.034
მახ.1_2		0.16	0.034
მახ.1_3		0.34	0.074
მახ.1_4		0.34	0.074
მახ.2_1	0.35	0.11	0.039
მახ.2_2		0.22	0.077
მახ.2_3		0.28	0.097
მახ.2_4		0.39	0.135
მახ.3_1	0.43	0.38	0.167
მახ.3_2		0.62	0.268
ჯამი	1.00		1.000

ლინგვისტური მნიშვნელობები	არამკავიო ტრაპეციის მაგვარი რიცხვები
ძალიან სუსტი	(0,0,1,2)
სუსტი	(1,2,2,3)
უმნიშვნელოდ სუსტი	(2,3,4,5)
დამაკმაყოფილებელი	(4,5,5,6)
საშუალო	(5,6,7,8)
კარგი	(7,8,8,9)
ძალიან კარგი	(8,9,10,10)

ბიჯი2. ექსპერტები ლინგვისტური მნიშვნელობებით განსაზღვრავენ ცალკეული ალტერნატივების მახასიათებელთან მიკუთვნების მნიშვნელობებს:

ცხრილი 4. ექსპერტების მიერ ალტერნატივების მახასიათებლებთან მიკუთვნების შეფასება ლინგვისტური მნიშვნელობებით

		მახასიათებლები	ალტერნატივები	ექსპერტი1	ექსპერტი2	ექსპერტი3	ექსპერტი4
1	1	მახასიათებელი 1_1	ა1	საშუალო	კარგი	კარგი	ძალიან კარგი
2			ა2	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
3			ა3	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
4			ა4	კარგი	ძალიან კარგი	კარგი	ძალიან კარგი
5	2	მახასიათებელი1_2	ა1	კარგი	ძალიან კარგი	კარგი	ძალიან კარგი
6			ა2	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
7			ა3	საშუალო	კარგი	საშუალო	კარგი
8			ა4	კარგი	ძალიან კარგი	კარგი	ძალიან კარგი

9	3	მახასიათებელი 1_3	ა1	საშუალო	კარგი	კარგი	ძალიან კარგი
10			ა2	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
11			ა3	საშუალო	კარგი	საშუალო	კარგი
12			ა4	საშუალო	საშუალო	საშუალო	საშუალო
13	4	მახასიათებელი 1_4	ა1	საშუალო	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი
14			ა2	კარგი	ძალიან კარგი	კარგი	ძალიან კარგი
15			ა3	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
16			ა4	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
17	5	მახასიათებელი 2_1	ა1	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი
18			ა2	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი
19			ა3	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
20			ა4	საშუალო	კარგი	საშუალო	კარგი
21	6	მახასიათებელი 2_2	ა1	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი
22			ა2	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი
23			ა3	საშუალო	კარგი	საშუალო	კარგი
24			ა4	საშუალო	საშუალო	საშუალო	საშუალო
25	7	მახასიათებელი 2_3	ა1	საშუალო	კარგი	კარგი	ძალიან კარგი
26			ა2	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
27			ა3	ძალიან კარგი	კარგი	საშუალო	საშუალო
28			ა4	საშუალო	საშუალო	საშუალო	საშუალო
29	8	მახასიათებელი 2_4	ა1	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
30			ა2	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი
31			ა3	საშუალო	კარგი	კარგი	ძალიან კარგი
32			ა4	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
33	9	მახასიათებელი 3_1	ა1	საშუალო	კარგი	კარგი	ძალიან კარგი
34			ა2	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
35			ა3	ძალიან კარგი	კარგი	საშუალო	საშუალო
36			ა4	საშუალო	საშუალო	საშუალო	საშუალო
37	10	მახასიათებელი 3_2	ა1	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი
38			ა2	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი	ძალიან კარგი
39			ა3	საშუალო	კარგი	კარგი	ძალიან კარგი
40			ა4	კარგი	კარგი	კარგი	კარგი

ბიჯი 3, ბიჯი 4, ბიჯი 5-ის ფორმულების გამოყენებით ვლემულობთ აგრევირებულ მატრიცას და მასზე მახასიათებლების შეწონილ მატრიცებს (აგრევირება, წონა შეწონილი).

ცხრილი 5. აგრევირებული მატრიცა, წონები, შეწონილი მატრიცა

აგრევირება				წონა	წონა შეწონილი			
0.88	1.9075	2.005	2.79	0.035	0.030976	0.067144	0.070576	0.098208
0.77	2.02	2.02	2.79		0.027104	0.071104	0.071104	0.098208
0.77	2.02	2.02	2.79		0.027104	0.071104	0.071104	0.098208
0.88	2.125	2.23	3.1		0.030976	0.0748	0.078496	0.10912
0.88	2.125	2.23	3.1	0.035	0.030976	0.0748	0.078496	0.10912
0.77	2.02	2.02	2.79		0.027104	0.071104	0.071104	0.098208
0.77	1.725	1.8725	2.79		0.027104	0.06072	0.065912	0.098208
0.88	2.125	2.23	3.1		0.030976	0.0748	0.078496	0.10912
0.88	1.9075	2.005	2.79	0.075	0.065824	0.142681	0.149974	0.208692
0.77	2.02	2.02	2.79		0.057596	0.151096	0.151096	0.208692
0.77	1.725	1.8725	2.79		0.057596	0.12903	0.140063	0.208692
0.55	1.515	1.7675	2.48		0.04114	0.113322	0.132209	0.185504
0.88	2.0625	2.315	3.1	0.075	0.065824	0.154275	0.173162	0.23188
0.88	2.125	2.23	3.1		0.065824	0.15895	0.166804	0.23188
0.77	2.02	2.02	2.79		0.057596	0.151096	0.151096	0.208692
0.77	2.02	2.02	2.79		0.057596	0.151096	0.151096	0.208692
0.88	2.2725	2.525	3.1	0.039	0.03388	0.087491	0.097213	0.11935
0.88	2.2725	2.525	3.1		0.03388	0.087491	0.097213	0.11935
0.77	2.02	2.02	2.79		0.029645	0.07777	0.07777	0.107415
0.77	1.725	1.8725	2.79		0.029645	0.066413	0.072091	0.107415
0.88	2.2725	2.525	3.1	0.077	0.06776	0.174983	0.194425	0.2387
0.88	2.2725	2.525	3.1		0.06776	0.174983	0.194425	0.2387
0.77	1.725	1.8725	2.79		0.05929	0.132825	0.144183	0.21483
0.55	1.515	1.7675	2.48		0.04235	0.116655	0.136098	0.19096
0.88	1.9075	2.005	2.79	0.098	0.08624	0.186935	0.19649	0.27342
0.77	2.02	2.02	2.79		0.07546	0.19796	0.19796	0.27342
0.55	1.88	2.055	2.8		0.0539	0.18424	0.20139	0.2744
0.55	1.515	1.7675	2.48		0.0539	0.14847	0.173215	0.24304
0.77	2.02	2.02	2.79	0.137	0.105105	0.27573	0.27573	0.380835
0.88	2.2725	2.525	3.1		0.12012	0.310196	0.344663	0.42315
0.88	1.9075	2.005	2.79		0.12012	0.260374	0.273683	0.380835
0.77	2.02	2.02	2.79		0.105105	0.27573	0.27573	0.380835
0.88	1.9075	2.005	2.79	0.163	0.143792	0.311686	0.327617	0.455886
0.77	2.02	2.02	2.79		0.125818	0.330068	0.330068	0.455886

0.55	1.88	2.055	2.8		0.08987	0.307192	0.335787	0.45752
0.55	1.515	1.7675	2.48		0.08987	0.247551	0.28881	0.405232
0.77	2.02	2.02	2.79	0.267	0.205282	0.538532	0.538532	0.743814
0.88	2.2725	2.525	3.1		0.234608	0.605849	0.673165	0.82646
0.88	1.9075	2.005	2.79		0.234608	0.50854	0.534533	0.743814
0.77	2.02	2.02	2.79		0.205282	0.538532	0.538532	0.743814

ბიჯი 6-ში მითითებული გამოთვლების ჩატარების შედეგად მივიღებთ გადაწყვეტილების მიღების მატრიცას.

ცხრილი 6. გადაწყვეტილების მიღების მატრიცა

100 - ზე ნამრავლი	მაქსიმუმები	ნორმალიზაცია გადაწყვეტილების მუდების მატრიცა	მინიმუმები
3.0976 6.7144 7.0576 9.8208	10.912	0.283870968 0.615323 0.646774 0.9	0.248387097
2.7104 7.1104 7.1104 9.8208		0.248387097 0.651613 0.651613 0.9	
2.7104 7.1104 7.1104 9.8208		0.248387097 0.651613 0.651613 0.9	
3.0976 7.48 7.8496 10.912		0.283870968 0.685484 0.719355 1	
3.0976 7.48 7.8496 10.912	10.912	0.283870968 0.685484 0.719355 1	0.248387097
2.7104 7.1104 7.1104 9.8208		0.248387097 0.651613 0.651613 0.9	
2.7104 6.072 6.5912 9.8208		0.248387097 0.556452 0.604032 0.9	
3.0976 7.48 7.8496 10.912		0.283870968 0.685484 0.719355 1	
6.5824 14.2681 14.9974 20.8692	20.8692	0.315412186 0.683692 0.718638 1	0.197132616
5.7596 15.1096 15.1096 20.8692		0.275985663 0.724014 0.724014 1	
5.7596 12.903 14.0063 20.8692		0.275985663 0.61828 0.671147 1	
4.114 11.3322 13.2209 18.5504		0.197132616 0.543011 0.633513 0.888888889	
6.5824 15.4275 17.3162 23.188	23.188	0.283870968 0.665323 0.746774 1	0.248387097
6.5824 15.895 16.6804 23.188		0.283870968 0.685484 0.719355 1	
5.7596 15.1096 15.1096 20.8692		0.248387097 0.651613 0.651613 0.9	
5.7596 15.1096 15.1096 20.8692		0.248387097 0.651613 0.651613 0.9	
3.388 8.749125 9.72125 11.935	11.935	0.283870968 0.733065 0.814516 1	0.248387097
3.388 8.749125 9.72125 11.935		0.283870968 0.733065 0.814516 1	
2.9645 7.777 7.777 10.7415		0.248387097 0.651613 0.651613 0.9	
2.9645 6.64125 7.209125 10.7415		0.248387097 0.556452 0.604032 0.9	
6.776 17.49825 19.4425 23.87	23.87	0.283870968 0.733065 0.814516 1	0.177419355
6.776 17.49825 19.4425 23.87		0.283870968 0.733065 0.814516 1	
5.929 13.2825 14.41825 21.483		0.248387097 0.556452 0.604032 0.9	
4.235 11.6655 13.60975 19.096		0.177419355 0.48871 0.570161 0.8	
8.624 18.6935 19.649 27.342	27.44	0.314285714 0.68125 0.716071 0.996428571	0.196428571
7.546 19.796 19.796 27.342		0.275 0.721429 0.721429 0.996428571	
5.39 18.424 20.139 27.44		0.196428571 0.671429 0.733929 1	
5.39 14.847 17.3215 24.304		0.196428571 0.541071 0.63125 0.885714286	

10.5105	27.573	27.573	38.0835	42.315	0.248387097	0.651613	0.651613	0.9	0.248387097
12.012	31.01963	34.46625	42.315		0.283870968	0.733065	0.814516	1	
12.012	26.03738	27.36825	38.0835		0.283870968	0.615323	0.646774	0.9	
10.5105	27.573	27.573	38.0835		0.248387097	0.651613	0.651613	0.9	
14.3792	31.16855	32.7617	45.5886	45.752	0.314285714	0.68125	0.716071	0.996428571	0.196428571
12.5818	33.0068	33.0068	45.5886		0.275	0.721429	0.721429	0.996428571	
8.987	30.7192	33.5787	45.752		0.196428571	0.671429	0.733929	1	
8.987	24.7551	28.88095	40.5232		0.196428571	0.541071	0.63125	0.885714286	
20.5282	53.8532	53.8532	74.3814	82.646	0.248387097	0.651613	0.651613	0.9	0.248387097
23.4608	60.58485	67.3165	82.646		0.283870968	0.733065	0.814516	1	
23.4608	50.85395	53.4533	74.3814		0.283870968	0.615323	0.646774	0.9	
20.5282	53.8532	53.8532	74.3814		0.248387097	0.651613	0.651613	0.9	

ბიჯი 7, ბიჯი 8

ცხრილი 7. იდიალური პოზიტიური და იდიალური ნეგატიური გადაწყვეტილების მატრიცა

მახ.1	1	1	1	1
მახ.2	1	1	1	1
მახ.3	1	1	1	1
მახ.4	1	1	1	1
მახ.5	1	1	1	1
მახ.6	1	1	1	1
მახ.7	1	1	1	1
მახ.8	1	1	1	1
მახ.9	1	1	1	1
მახ.10	1	1	1	1
იდიალური პოზიტიური გადაწყვეტა				

0.248387	0.248387	0.248387	0.248387
0.248387	0.248387	0.248387	0.248387
0.197133	0.197133	0.197133	0.197133
0.248387	0.248387	0.248387	0.248387
0.248387	0.248387	0.248387	0.248387
0.177419	0.177419	0.177419	0.177419
0.196429	0.196429	0.196429	0.196429
0.248387	0.248387	0.248387	0.248387
0.196429	0.196429	0.196429	0.196429
0.248387	0.248387	0.248387	0.248387
იდიალური ნეგატიური გადაწყვეტა			

ცხრილი 8. მანძილები ალტერნეტივისათვის ი.პ.გ. და ი.ნ.გ.-თან

პირველი ალტერნატივისათვის იდიალურ პოზიტიურ გადაწყვეტასთან მანძილები

1	1	1	1	0.283871	0.6153226	0.6467742	0.9	0.4459781	0.1988965
1	1	1	1	0.283871	0.6854839	0.7193548	1	0.4154885	0.1726307
1	1	1	1	0.3154122	0.6836918	0.718638	1	0.4024537	0.161969
1	1	1	1	0.283871	0.6653226	0.7467742	1	0.415022	0.1722433
1	1	1	1	0.283871	0.7330645	0.8145161	1	0.3932237	0.1546249
1	1	1	1	0.283871	0.7330645	0.8145161	1	0.3932237	0.1546249
1	1	1	1	0.3142857	0.68125	0.7160714	0.9964286	0.4038669	0.1631085
1	1	1	1	0.2483871	0.6516129	0.6516129	0.9	0.4521253	0.2044173
1	1	1	1	0.3142857	0.68125	0.7160714	0.9964286	0.4038669	0.1631085
1	1	1	1	0.2483871	0.6516129	0.6516129	0.9	0.4521253	0.2044173

1.7500407

1.3228911

პირველი ალტერნატივისათვის იდეალურ ნეგატიურ გადაწყვეტასთან მანძილები

0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.283871	0.6153226	0.6467742	0.9	0.424032	0.1798031
0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.283871	0.6854839	0.7193548	1	0.4947336	0.2447613
0.1971326	0.1971326	0.1971326	0.1971326	0.3154122	0.6836918	0.718638	1	0.5402068	0.2918234
0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.283871	0.6653226	0.7467742	1	0.497093	0.2471015
0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.283871	0.7330645	0.8145161	1	0.529527	0.2803988
0.1774194	0.1774194	0.1774194	0.1774194	0.283871	0.7330645	0.8145161	1	0.5921581	0.3506512
0.1964286	0.1964286	0.1964286	0.1964286	0.3142857	0.68125	0.7160714	0.9964286	0.5382775	0.2897427
0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.6516129	0.6516129	0.9	0.4329496	0.1874454
0.1964286	0.1964286	0.1964286	0.1964286	0.3142857	0.68125	0.7160714	0.9964286	0.5382775	0.2897427
0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.2483871	0.6516129	0.6516129	0.9	0.4329496	0.1874454

2.5489155

1.5965323

ბიჯი 9 - ბიჯი 10-ში მოცემული ფორმულების მიხედვით შედგენილია მანძილების მატრიცა

ცხრილი 9. მანძილების მატრიცა

ალტ.1

მას.1	0.445978	0.198896	0.424032	0.179803
მას.2	0.415489	0.172631	0.494734	0.244761
მას.3	0.402454	0.161969	0.540207	0.291823
მას.4	0.415022	0.172243	0.497093	0.247101
მას.5	0.393224	0.154625	0.529527	0.280399
მას.6	0.393224	0.154625	0.592158	0.350651
მას.7	0.403867	0.163108	0.538278	0.289743
მას.8	0.452125	0.204417	0.43295	0.187445
მას.9	0.403867	0.163108	0.538278	0.289743
მას.10	0.452125	0.204417	0.43295	0.187445
ჯამი		1.750041		2.548916
		1.322891		1.596532

ალტ.2

მას.1	0.452125	0.204417	0.43295	0.187445
მას.2	0.452125	0.204417	0.43295	0.187445
მას.3	0.411258	0.169133	0.549095	0.301506
მას.4	0.415489	0.172631	0.494734	0.244761
მას.5	0.393224	0.154625	0.529527	0.280399
მას.6	0.393224	0.154625	0.592158	0.350651
მას.7	0.412566	0.17021	0.547134	0.299356
მას.8	0.393224	0.154625	0.529527	0.280399
მას.9	0.412566	0.17021	0.547134	0.299356
მას.10	0.393224	0.154625	0.529527	0.280399
ჯამი		1.709519		2.711717

1.307486

1.646729

ალტ.3

მახ.1	0.452125	0.204417	0.43295	0.187445
მახ.2	0.48178	0.232112	0.401866	0.161497
მახ.3	0.441036	0.194513	0.513047	0.263217
მახ.4	0.452125	0.204417	0.43295	0.187445
მახ.5	0.452125	0.204417	0.43295	0.187445
მახ.6	0.48178	0.232112	0.461742	0.213206
მახ.7	0.454004	0.20612	0.538576	0.290065
მახ.8	0.445978	0.198896	0.424032	0.179803
მახ.9	0.454004	0.20612	0.538576	0.290065
მახ.10	0.445978	0.198896	0.424032	0.179803
ჯამი		2.082022		2.139991
		1.442921		1.462871

ალტ.4

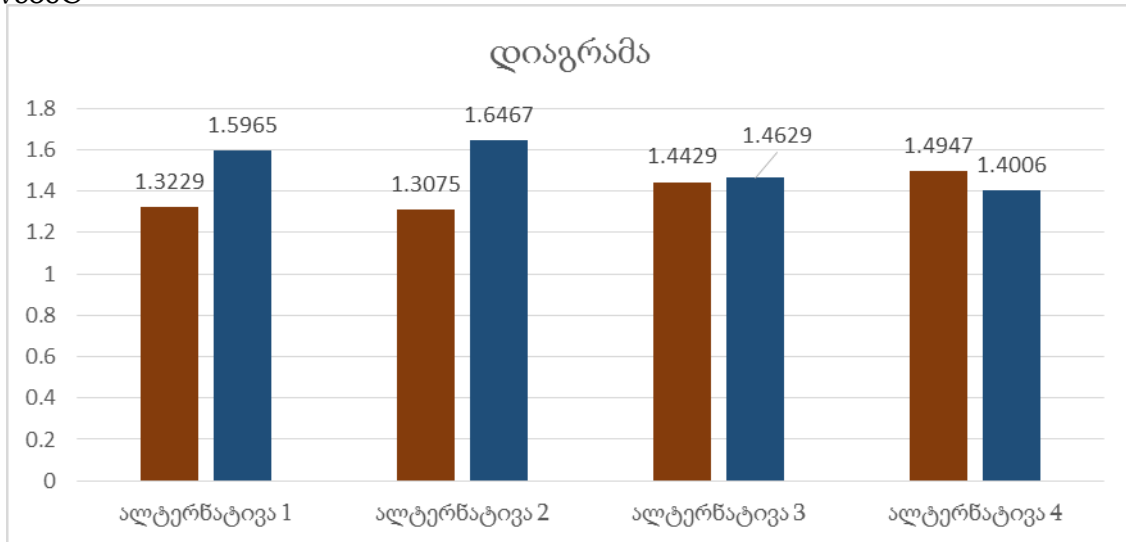
მახ.1	0.415489	0.172631	0.494734	0.244761
მახ.2	0.415489	0.172631	0.494734	0.244761
მახ.3	0.500023	0.250023	0.444012	0.197146
მახ.4	0.452125	0.204417	0.43295	0.187445
მახ.5	0.48178	0.232112	0.401866	0.161497
მახ.6	0.53917	0.290705	0.399611	0.159689
მახ.7	0.501343	0.251345	0.442426	0.195741
მახ.8	0.452125	0.204417	0.43295	0.187445
მახ.9	0.501343	0.251345	0.442426	0.195741
მახ.10	0.452125	0.204417	0.43295	0.187445
ჯამი		2.234043		1.961672
		1.494672		1.400597

ბიჯი 11-ში მოცემული ფორმულების გამოყენებით გამოთვლების ჩატარების შედეგად მივიღებთ საშუალო მატრიცას.

ცხრილი 10. საბოლოო მატრიცა

ალტერნატივა	D^*	D^-	$D^* + D^-$	D^-/D^*	რანჟირება
ალტერნატივა 1	1.3229	1.5965	2.9194	0.5469	2
ალტერნატივა 2	1.3075	1.6467	2.9542	0.5574	1
ალტერნატივა 3	1.4429	1.4629	2.9058	0.5034	3
ალტერნატივა 4	1.4947	1.4006	2.8953	0.4837	4

შედეგად საუკეთესო ალტერნატივის (იდეის) რანგში გამოდის ალტერნატივა2, მართლაც დიაგრამიდანაც ჩანს (დიაგრამა 1), რომ ის ყველაზე ახლოსაა იდეალურ პოზიტიურ გადაწყვეტასთან და ამავე დროს ყველაზე შორსაა იდეალურ ნეგატიურ გადაწყვეტასთან.



დიაგრამა 1. რანჟირებული იდეების დიაგრამა

6. დასკვნა

ნაშრომში წარმოდგენილი მეთოდის საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ ინოვაციური იდეების წინასწარი შეფასების და ამორჩევის ეფექტური სისტემის ფორმირება, ინოვაციური პროცესის საწყის ეტაპზე (იდეების გენერაციის ფაზა) შესაძლებელი ხდება გამოვრიცხოთ ნაკლებად ეფექტური და პრაქტიკულად მწელად რეალიზებადი იდეები, რომლებიც თანხმობაში არ მოდიან ორგანიზაციის სტრატეგიულ მიზნებთან. ამასთან ერთად წარმოდგენილი ალგორითმის შესაბამისი ბიჯების კომპიუტერული მოდელირება საშუალებას მოგვცემს გავზარდოთ რანჟირებული იდეების მართვის სისტემის ეფექტურობა, მნიშვნელოვნად შევამციროთ ინოვაციური პროცესის მომდევნო ფაზების ფუნქციონირების პერიოდი და მთლიანად ინოვაციების რეალიზების დრო. მნიშვნელოვანია რანჟირებული იდეების საფუძველზე ეფექტური იდეების დაფიქსირება და მათი გაერთიანება ე.წ. „ეფექტური იდეების პორტფელში“, მათი შემდგომი შესაძლო კომერციალიზაციისთვის.

ლიტერატურა

1. Zadeh, L. A. Fuzzy Sets [Text] / L. A. Zadeh // Information and control. – 1965. – Vol. 8, Issue 3. – P. 335-338.
2. Кофман, А. Введение в теории нечетких множеств [Текст] / А. Кофман. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с. 23.
3. ჯ.გაგლოშვილი, ზ.გასიტაშვილი, ს.ხუციშვილი „სკრინინგისა და რანჟირების ამოცანები ღია ინოვაციებში“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული“ N3 (497)
4. ა. ფრანგიშვილი, ჯ. გაგლოშვილი, ზ. გასიტაშვილი, ს. ხუციშვილი „ინოვაციური პროცესების მართვის ამოცანების მათემატიკური მოდელირება“ - აკადემიკოს ივერი

ფრანგიშვილის დაბადების 85-ე წლისთავსადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის მასალების კრებული გვ. 494-499, 2015 წ.

5. Мамедова, М. Г. Нечеткий логический подход задаче оценки кадрового потенциала [Текст] / М. Г. Мамедова, З. Г. Джабраилова // Менеджмент в России и за рубежом. – 2004. № 5. С. 111-117. – Режим доступа: <http://mevriz.ru/annotations/2004/5/>
6. Mammadova, M. H. Fuzzy Decision-Making Support Methods for the Selection of IT- Professionals [Text] / M. H. Mammadova, Z. Q. Jabrayilova, F. R. Mammadzada // International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). – 2014. – Vol. 3, Issue 7. – P. 169-175. – Available at: http://ijeit.com/Vol%203/Issue%207/IJEIT1412201401_31.pdf
7. Mammadova, M. H. Fuzzy Decision-Making Support Methods for the Selection of IT- Professionals [Text] / M. H. Mammadova, Z. Q. Jabrayilova, F. R. Mammadzada // International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). – 2014. – Vol. 3, Issue 7. – P. 169-175. – Available at: http://ijeit.com/Vol%203/Issue%207/IJEIT1412201401_31.pdf
8. Saaty, T. L. The decision by the US Congress on China's trade status: A multicriteria analysis [Text] / T. L. Saaty, Y. Cho // SocioEconomic Planning Sciences. – 2001. – Vol. 35, Issue 6. – P. 243-252. doi: 10.1016/s0038-0121(01)00016-7
9. Belton, V. Multiple criteria decision analysis: An Integrated Approach [Text] / V. Belton, T. Stewart. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, 2002. – 372 p. doi: 10.1007/978-1-4615-1495-4
10. Chen, C. T. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management [Text] / C. T. Chen, C. T. Lin, S. F. Huang // International Journal of Production Economics. – 2006. – Vol. 102, Issue 2. – P. 289-301. doi: 10.1016/j.ijpe.2005.03.009;
11. Chen, C. T. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment [Text] / C. T. Chen // Fuzzy Sets and Systems. – 2000. – Vol. 114, Issue 1. – P. 1-9. doi: 10.1016/s0165-0114(97)00377-1;
12. Заде, Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. А. Заде. – М.: Мир, 1976. 36
13. Hwang, C. L. Multiple attributes decision making methods and applications [Text] / C. L. Hwang, K. Yoon. Heidelberg, Berlin: Springer, 1981
14. Саати, Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
15. Ногин, В. Д. Принятие решений при многих критериях [Текст] / В. Д. Ногин. – СПб.: 2007. – 103 с.
16. Hsu, H. M. Fuzzy credibility relation method for multiple criteria decision-making problems [Text] / H. M. Hsu, C. T. Chen // Information Sciences. – 1997. – Vol. 96, Issue 1-2. – P. 79-91. doi: 10.1016/s0020-0255(96)00153-3
17. М. Г. Мамедова, З. Г. Джабраилова Многокритериальная оптимизация задач управления человеческими ресурсами на базе модифицированного метода topsis, Восточно-Европейский журнал передовых технологий ISSN 1729-3774, 2/4 (74) 2015

შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის გრანტის ფარგლებში ავტორების მიერ მუშავდება იდეების მართვის სისტემა, შედეგად მივიღებთ ვებ ტექნოლოგიაზე დაფუძნებულ აპლიკაციის საცდელ ვერსიას, სადაც სხვა მეთოდებთან და ალგორითმებთან ერთად გამოყენებულია სტატიაში მოცემული მეთოდები და ალგორითმები. პროექტი დასრულდება და საცდელი ვერსია მზად იქნება 2016 წლის ივნისში.

სტატია მიღებულია: 2016-04-11