

**ელექტრონიკური სისტემის შემთხვევაში სისტემის მიზნების  
რატიონალური ნაკრების და ამ მიზნების მიღწევის დოკუმენტი**

გიორგი მაჭარაშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

ელექტრონიკური სისტემის მიზნების რატიონალური ნაკრებისა და ამ მიზნების მიღწევის დონეების ამორჩევის ინფორმაციული ტექნოლოგია სისტემის ფუნქციონირებისას შედეგა შემდეგი ეტაპებისაგან: სისტემის მიზანთა სტრუქტურირება; სისტემის ლოკალური მიზნების რიცხვის მინიმიზაცია; მრავალმიზნობრივი ალტერნატივების კლასში დომინანტური ალტერნატივების განსაზღვრა; კლასში რატიონალური ალტერნატივების განსაზღვრა. ზემოთ მოყვანილი მიზანდაში ტექნოლოგია შეძლება გამოყენებული იქნას ფართო წრის ამოცანათა გადაწყვეტისათვის. მიღებული შედეგი ფლობს უტყუარობის მაღალ ხარისხს, ვინაიდან კითხვები, რომლებიც დაესმება ექსპერტს, არის მარტივი და ამავე დროს ხორციელდება მუდმივი კონტროლი ექსპერტის წინააღმდეგობრივი პასუხის მიმართ.

**საკანონი სიტყვები:** ელექტრონიკური გატიკა. სისტემა. რატიონალური გატიკა. სტრუქტურირება. მიზანთა რიცხვის მინიმიზაცია.

**1. შესავალი**

საქართველოში უახლოეს მომავალში მკვეთრად უნდა გაიზარდოს ელექტრონიკური გატიკა, რომელიც უზრუნველყოფს ქვეყნის ენერგეტიკულ დამოუკიდებლობას, რაც პრინციპში, რაღაც დონით პოლიტიკურ დამოუკიდებლობასაც ნიშნავს. ელექტრონიკური გატიკაში უნდა ჩაუყაროს სხვა დარგების რეაბილიტაციას და აქედან გამომდინარე მნიშვნელოვანი წვლილი უნდა შეიტანოს მთლიანი შედა პროდუქტის ზრდაში. საქართველო განსაკუთრებით მდიდარია ჰიდრორესურსებით, ამიტომ განსაკუთრებული ფურადღება უნდევ გამახვილდეს ჰიდრორეგულირებით. საქართველოში შესაძლებელია, არა მარტო დაგმაყოფილდეს შიდა მოთხოვები ელექტრონიკური გატიკაზე, არამედ გავიდეს იგი ექსპორტზე, რაც ხელს შეუწყობს ბაუჯეტში შემოსავლების სოლიდურ ზრდას. მხოლოდ აუცილებელია ელექტრონიკური გატიკის მიმღების პროცესი მიმდინარებდეს გაზრდებულად, რაციონალური პოლიტიკის გატარებით, რომელიც მიიღწევა ელექტრონიკური გატიკი მეცნიერულად დასაბუთებული წარმოების მართვის მათემატიკური მეთოდებისა და მოდელების გამოყენებით. ეს აუცილებლობა განპირობებულია მართვაში ახალი ამოცანების დასმითა და გადაწყვეტით, აგრძელებით თვით სამართავი თბიერების სირთულით, როგორც ინფორმაციული, ძალიან რთული დინამიურ-ალბათური სისტემისა. ელექტრონიკური გატიკის მოცულობის განსაზღვრისათვის პირველ რიგში აუცილებელია დასმული ამოცანის გადაწყვეტისათვის მიზნების დასახვა და ამ მიზნების მიღწევის დონეების ამორჩევა.

**2. ძირითადი ნაწილი**

ელექტრონიკური სისტემის მიზნების რატიონალური ნაკრებისა და ამ მიზნების მიღწევის დონეების ამორჩევის ინფორმაციული ტექნოლოგია სისტემის ფუნქციონირებისას შედეგა შემდეგი ეტაპებისაგან [1,4]:

1. **სისტემის მიზანთა სტრუქტურირება.** გამოიყოფა მთავარი (გლობალური) მიზანი, რომელიც განსაზღვრავს სისტემის ფუნქციონირებას. გლობალური მიზანი, რომელსაც მიერთება ნულოვანი დონე, იმდება პირველი დონის მიზნების მდგრელებად. დაშლის აზრი მდგომარეობს იმაში, რომ განსაზღვრული დონის მიზნის შესრულება უზრუნველყოფილი უნდა იქნას ქვემო დონის კველა მიზნის შესრულებით. ანალიგიურად იშლება პირველი დონის მიზნები და ა.შ. მანამდე, კიდრე არ მიიღება დაუშლელი მიზნები, რომლებსაც დავარქებულ მიზნებს. სისტემის მიზნების იერარქიული სტრუქტურა წარმოდგება ხის ტიპის გრაფით, რომლის ფუძე შეესაბამება გლობალურ მიზანს, ხოლო ფოთლები – ლოკალურს.

2. **სისტემის მიზანთა “წონადობის დადგენა”.** დაგუშვათ პირველ ეტაპზე განსაზღვრული ლოკალური მიზნების რიცხვი ტოლია N-ს, ხოლო თითოეული მიზნის მიღწევის დონეების რიცხვი k-სი, მაშინ შესაძლო გადაწყვეტილებათა არე, რომლებსაც მრავალმიზნობრივ ალტერნატივებს უწოდებენ, შეადგენს N<sup>k</sup>. ასეთი დიდი ზომის არეში რატიონალური ალტერნატივების ამორჩევა თითქმიც შეუძლებელია. ამიტომ მიზანმიმართულების ეფექტური შესრულებისათვის პირველ რიგში ახარისხებენ ლოკალური მიზნებს და მათგან ამორჩევენ კველაზე მნიშვნელოვანს, რითაც შეცილება N-ს მნიშვნელობა, ხოლო მეორე რიგში ამცირებენ კ მიღწევის დონეების მნიშვნელობას დასაშებელი მინიმალურ ზღვრამდე (მაგალითად, k ≤ 3).

მიზნების დახარისხებისთვის თითოეული მათგანი ფასდება რიცხვითი მნიშვნელობებით – მიზნის წონით. წონის განსაზღვრის პროცედურას, რომელიც სრულდება განსაზღვრული სფეროს ექსპერტების მონაწილეობით, კურსოდოთ მიზანთა „წონადობის დადგენა“. მისი განსაზღვრის უნივერსალური საშუალება, რომელსაც იყრაგების ანალიზის მეთოდს უწოდებენ, თანმიმდევრულად გამოიყენება მიზანთა ხის ორსაფეხურის ფრაგმენტებთან. საწყის ფრაგმენტში, რომლის ფუძე-მწევრული შეესაბამება გლობალურ მიზანს მოცემული წონით, ექსპერტი წყვილ-წყვილად ადარებს კველა დაქვემდებარებულ მიზანს (ქვედა

იარუსის მწვერვალები) სპეციალური შეკალის საშუალებით, რომელშიც ასახულია მიზანთა დალაგებული წევილების შედარებითი მნიშვნელობები ხარისხის მიზანით და რაოდენობრივი გამოსახულებით. შედარების შედეგად დგება წრფივ განტოლებათა სისტემა, რომლის გადაწყვეტა გვაძლევს დაქვემდებარებული მიზნების საძებნ წონებს. შემდგომში საწყის ფრაგმენტზე დაქვემდებარებული ყველა ფრაგმენტი მიიჩნევა, როგორც ქვემოთმდგრამარე ფრაგმენტის უუძე-მწვერვალი და პროცედურა მეორდება სისტემის ლოკალური მიზნების წონების გამოთვლამდე.

3. **სისტემის ლოკალური მიზნების რიცხვის მინიმუმის დადგენილების მიზნების აღმოჩენის მიზნების მიზნების ამორჩევა ხდება ლოკალური მიზნების სიმრავლიდან ნაკლებად მნიშვნელოვანი მიზნების ამოდებით, რომლებიც განისაზღვრებიან პირველ ეტაპზე, ხოლო „წონადობა დგინდება“ მეორე ეტაპზე. ლოკალური მიზნების რიცხვის შემცირებისას ერთდროულად უნდა შესრულდეს რამდენიმე პირობა:**

- აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ ლოკალური მიზნების ურთიერთობავლენა;
- ამოსაგდები მიზნების ჯამური ხარისხი არ უნდა აღმატებოდეს დასაშვებ ზღვრულ მნიშვნელობას;
- ამოსაგდები ლოკალური მიზნების რიცხვი უნდა იყოს მაქსიმალური.

4. **მრავალმაზონობრივი ალტერნატივების კლასიფიკაცია.** ბაზური ლოკალური მიზნები, რომლებიც რჩება მესამე ეტაპზე მინიმიზაციის შემდეგ, დავხასიათებთ მიღწევადობის დონით. იგი განისაზღვრება ექსპერტების მიერ და გამოისახება სიტყვიერი ფორმულირებით („დაბალი“, „საშუალო“, „მაღალი“). დონის სიტყვიერ (ხარისხობრივ) მნიშვნელობას შეესატყვისება რაოდნობრივი მნიშვნელობა, მაგალითად რიცხვები – 1,2,3. მხედველობაში უნდა ვიქნიოთ, რომ მიზნის მიღწევადობის ხარისხი და მიღწევადობის დონე სხვადასხვა ცნებია. პირველი წარმოადგენს ფუნქციას, ხოლო მეორე – კონსტანტას.

ბაზური ლოკალური მიზნების მიღწევადობის დონეების ყველა შესაძლო წყობილის A სიმრავლე ქმნის მიზანმიმართულების არეს, რომლის წერტილებსაც უწოდებენ მრავალმაზონობრივ ალტერნატივებს (შემდგომში ურალოდ ალტერნატივებს). A სიმრავლეს ექსპერტების აზრის საფუძველზე ყვითი არაგადმკვთ ქვე-სიმრავლებად – ალტერნატივის კლასებად. ისინა განისაზღვრება რესურსებზე მოთხოვნის შეზღუდვებით, პირველ რიგში ფინანსური და დროითი რესურსებით. კლასებს შორის ვირჩევთ მისაღებს, რესურსების მდგომარეობის გათვალისწინებით. მიზანდასახვის არის კლასიფიკაცია (A სიმრავლის დაყოფა კლასებად) ხორციელდება ლარიზმის მეთოდით. ეს მეთოდი ეფუძნება დომინირების ბინარულ თანაფარდობას A სიმრავლეზე:  $a_i$  ალტერნატივა დომინირებს  $a_j$  ალტერნატივაზე ( $a_i, a_j \in A$ ), თუ  $a_i$ -ის ყველა კომპონენტი არ არის მცირე  $a_j$ -ის შესაბამის კომპონენტებზე, ხოლო  $a_i$ -ის ერთი კომპონენტი მაინც მკაცრად მეტად, ვიდრე  $a_j$ -ისა. ლარიზმის მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში:

- სისტემა აანალიზებს A -სიმრავლეს თითოეული ალტერნატივისათვის აფორმირებს ქვესიმრავლებს, რომლებიც ცალკე დომინირებს მასზე და ცალკე ქვესიმრავლებს, რომელზედაც თვითონ დომინირებს, ამ ქვესიმრავლების ანალიზის საფუძველზე ირჩევს  $a_i \in A$  ალტერნატივას ექსპერტისათვის წარსადგენად;
- ექსპერტი კლასიფიცირებას უკეთებს  $a_i$  ალტერნატივას – ადამიტებს მას განისაზღვრულ კლასს. თუ ეს „კარგი“ კლასია (მისაღები რესურსების მიზნებით), მაშინ მასში  $a_i$ -ის გარდა შეიტანება ყველა ის ალტერნატივა, რომელზედაც დომინირებს  $a_i$ . თუ კლასი „ცუდია“ (მიუღებელი), მაშინ შეიტანება ყველა ალტერნატივა, რომლებიც დომინირებენ  $a_i$ -ზე;
- კლასიფიცირებული ალტერნატივები გამოირიცხება A -სიმრავლიდან, რის შემდეგაც პროცედურა მეორდება მანამ, ვიდრე A არ გაზდება ცარიელი.

ალტერნატივების კლასიფიკაცია ხორციელდება ლარიზმის ალგორითმით. თითოეული  $a_i \in A$  ალტერნატივისთვის ვითვლით  $D_i$  და  $D_i^+$  კოეფიციენტებს, სადაც  $D_i$  არის იმ ალტერნატივების რიცხვი, რომლებიც დომინირებენ  $a_i$ -ზე, ხოლო  $D_i^+$  - იმ ალტერნატივების რიცხვი, რომლებზედაც დომინირებს  $a_i$ .

- A -სიმრავლიდან ვირჩევთ იმ ალტერნატივებს, რომლებისათვისაც  $|D_i - D_i^+| = \min$ .
- მეორე პუნქტში მიღებული ალტერნატივებიდან ვარჩევთ მათ, რომლებისათვისაც  $D_i + D_i^+$ -ის მნიშვნელობა არის მაქსიმალური;
- თუ მესამე პუნქტმა დაგვიტოვა რამდენიმე ალტერნატივა, ვირჩევთ ნებისმიერ  $a_p$  ალტერნატივას;
- კლასიფიცირებას გუეთებთ  $a_p$  ალტერნატივას (ექსპერტის დახმარებით) და მისი კლასიფიკაციის შემდეგ, გამოვრიცხავთ  $a_p$ -ს A სიმრავლიდან;

- თუ  $a_p$  მიეკუთხნა  $K_1$  კლასს, მაშინ A სიმრავლიდან გამოვრიცხავთ აგრეთვე ყველა იმ ალტერნატივებს, რომლებიც დომინირებენ  $a_p$  ალტერნატივაზე; თუ  $a_p$  მიეკუთხნა  $K_2$  კლასს, მაშინ A სიმრავლიდან გამოვრიცხავთ ყველა იმ ალტერნატივებს, რომლებიც დომინირებენ  $a_p$  -ზე.

**5. კლასში დომინანტური ალტერნატივების განსაზღვრა.** კლასში დომინანტურს წარმოადგენს ისეთი ალტერნატივები, რომელზედაც არ დომინირებს არც ერთი სხვა ალტერნატივა. დომინანტური ალტერნატივების კომპიუტერული პროგრამა ასრულებს შემდეგ თანმიმდევრულ ბიჯებს:

- აფორმირებს ალტერნატივის დალაგბულ წყვილებს;
- თითოეული წყვილისათვის ადგენს იმყოფება თუ არა ის დომინირების დამოკიდებულებაში;
- კლასიდან აცილებს იმ ალტერნატივებს, რომელზედაც დომინირებს სხვა ალტერნატივები;

**6. კლასში თანამდებობის ალტერნატივების განსაზღვრა.** კლასის თითოეული  $a_q$ ,  $q=1..b$ , დომინანტურ ალტერნატივისათვის იანგარიშება ინტეგრირებული მაჩვენებელი:

$$G(a_q) = \sum_{i=1}^n \mu(e_{i,j}) \cdot W(e_i)$$

სადაც  $W(e_i)$  წარმოადგენს i-ური მიზნის წონას, რომელიც განისაზღვრება მეორე ეტაპზე, ხოლო  $\mu(e_{i,j})$  - მიკუთვნების ფუნქციის მნიშვნელობაა, რომელიც მოიცემა ექსპერტის მიერ, როგორც  $e_{i,j}$  დონის i-ური ლოკალური მიზნის მიღწევის ალბათობა. დომინანტური ალტერნატივა ოპტიმალურად ითვლება, როდესაც  $G$  მაჩვენებელი არის მაქსიმალური.

ზემოთ მოყვანილი მიზანდასმის ტექნიკური შეიძლება გამოყენებული იქნას ფართო წრის ამოცანათა გადასაწყვეტად. მიღებული შედეგი ფლობს უტყუარობის მაღალ ხარისხს, ვინაიდან კითხვები, რომლებიც დაესმება ექსპერტს, არის მარტივი და ამავე დროს ხორციელდება მუდმივი კონტროლი ექსპერტის წინააღმდეგობრივი პასუხის მიმართ.

### 3. დასკანა

ზემოთ მოყვანილი სისტემის მიზნების ოპტიმალური ნაკრებისა და ამ მიზნების მიღწევის დონების ამორჩევის ხუთი ეტაპის შესრულების შემდეგ ზუსტად იქნება ჩამოყალიბებული მიზანთა სტრუქტურა, რომელიც იქნება საფუძველი შემდგომი მუშაობისა, რომელიც მდგომარეობს ელექტროენერგიის წარმოების მართვის სრულყოფაში მათემატიკური მოდელირების გზით.

#### ლიტერატურა:

1. . . . . , . 2005
2. . . . . , 1958
3. მაჭარაშვილი გ. ელექტროენერგიის წარმოების მართვის პროცესი, ფუნქციები და ელემენტები. საქ. მეცნ. საზოგად. განვით. ფონდი „ანტელექტი”, №1 2006
4. მაჭარაშვილი გ. ელექტროენერგეტიკული სისტემის კვლევის მიზანთა ანალიზი ელექტროენერგიის წარმოების მართვისას. სტუ, №1(467), 2008.

## II

### SELECTION OF LEVELS OF OPTIMAL SET OF PRE PROJECT GOALS OF ENERGETIC SYSTEM AND THE ACHIEVEMENTS OF THESE GOALS

Macharashvili George  
Georgian Technical University  
**Summary**

The represented article considers Information technology for optimal decision-making, for designing electro-energetic systems. This technology can be used to solve wide range of problems. The final results, obtained with this technology, are very accurate, because the problems facing the expert are not complex and, at the same time, there is constant control on the contradictory replies from the expert's side.