

**სტრუქტურირებადი ინფორმაციული მიმართებადის გრაფიკული  
მოდელირების, ბაზრებისა და ტრანსფორმირების შესახებ**

ვანცეტ ნიკოლაიშვილი, დავით კაპანაძე, თალიკო ჟვანია, მზია კიკნაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

განიხილება ინფორმაციულ მიმართებათა და ლოგიკურ მტკიცებულებათა გრაფიკული მოდელირების საკითხები ასახვის გრაფის გამოყენებით. ნაჩვენებია სქემატური წარმოდგენის შესაძლებლობა ზოგიერთი რელაციური (სტატისტიკური) მონაცემებისათვის განზოგადებული და ტრანსფორმირებული კავშირებით ზოგიერთი ასახვის გრაფულ კომპონენტებს შორის.

**გასაღებური სიტყვები:** სასწავლო პროცესი. ინფორმაციული მიმართება. გრაფული მოდელი. ლოგიკური სტრუქტურა. მათემატიკა. ასახვა. წარმოებული. დიფერენციალი.

**1. შესავალი**

სხვადასხვა დებულებების მტკიცების ერთიანი ლოგიკური სტრუქტურის მიგნება და სწავლების პროცესში ეფექტური გამოყენება ურთულესი საკითხია. განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ამ საკითხს აძლევს საჭირო ინფორმაციის ზრდის ტემპები, რაც ვრცელდება როგორც ფაქტობრივი მასალის ათვისების პროცესის, ისე მისი გავრცობის საშუალებების სრულყოფაზე. ეს კარგად ჩანს, კერძოდ მათემატიკის მაგალითზე, სადაც აღნიშნული მტკიცებულებები და არა ბრმად დამახსოვრების უპირატესობა უფრო ღირებულია. საერთო ჯამში მზარდი ინფორმაციის ინტენსიური ათვისება და ქვეყნის ინტერესების სამსახურში დროული ჩაყენება დაკავშირებულია პედაგოგიურ (და არა მარტო) სირთულეებთან.

აღნიშნულ პედაგოგიური სირთულეების შესახებ ცნობილი მეცნიერი ბ.ვ. გნედენკო ამოცანას აყალიბებს შემდეგნაირად: „რიგში დგას პედაგოგიის მათემატიკური მოდელების დამუშავება. მაგრამ ეს რთული და ხანგრძლივი პროცესია. პედაგოგიური მიზნებისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მოდელები, რომლებშიც დამუშავდებოდა აზროვნების პროცესთან, ყურადღების შენარჩუნებასთან, მეხსიერების მუშაობასთან, კოლექტივის ყოფაქცევასთან დაკავშირებული საკითხები. ამათი დამაკმაყოფილებელი გადაწყვეტა ჯერ კიდევ არ გვაქვს, მაგრამ თუ მათზე შეუპოვრად ვიფიქრებთ, მკვლარი წერტილიდან დაიძვრება ჩვენი ცოდნა, საქმიანობის ამ უმნიშვნელოვანეს დარგში“ [1, გვ.103].

სხენებული ძვრის მისაღწევად მამოძრავებელი ჰიპოტეზის ჩამოყალიბებისა და კვლევის საშუალებების (ობიექტის) გარკვევაში (გარდა კომპიუტერულ მეცნიერებებში გავრცელებული სტილისა) მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა ფსიქოლოგთა და ნეიროფიზიოლოგთა ცნობილმა დასკვნებმა [2, გვ.183, გვ.182].

პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ აზროვნების პროცესის (ლოგიკური მსჯელობის) გრაფიკული მოდელირება შეიძლება ასახვებს შორის მიმართებათა მიგნებით. ასახვათა და იმპლიკაციათა შესაბამისი (სიმბოლურ-მიმანიშნებელი წარწერებით აღჭურვილი) ისრების გამოყენებით ვლტულობთ ძირითად ლოგიკურ თანაფარდობათა სქემატურ-დიაგრამულ მოდელებს, რომლებიც კომპაქტურად იძლევიან თვალსაჩინოდ სისტემატიზებულ ინფორმაციას. ამ მიმოხილვის შემდეგ ჩვენ შეგვიძლია ჩამოვაყალიბოთ ამ შრომის ძირითადი მიზანი: -შეიქმნას ისეთი მექანიზმი, რომელიც გამოიყენება ტრადიციული მიდგომების პარალელურად, როგორც თვალსაჩინოების დამატებითი საშუალება მასალის სტრუქტურულად დალაგებისა და სისტემატიზების წარმოსაჩენად, მისი დამახსოვრების, არსში ჩაწვდომის, განმტკიცების, სწრაფი გამეორების და ელექტრონული (ვარიანტების) რეალიზების გასაიოლებლად.

განხილული ობიექტები, რომლებიც წარმოადგენენ გარკვეულ სიმრავლეთა ელემენტებს და რომლებზედაც მოქმედებენ სხვადასხვა გარდაქმნები (ასახვები), აღნიშნება ფრჩხილებში ჩასმული სიმბოლური გამოსახულებებით ან ფორმულებით. მასალის მოცულობის ზრდის კვალობაზე ფაქტების ერთმანეთში არევის ასაცილებლად გამოიყენება მართკუთხოვანი ჩარჩოებით შემოხაზვა. როცა სქემაში ისმება კონკრეტული მაგალითი ან ფორმულა (ფუნქცია) საკმარისია

ოპერაციათა თანმიმდევრობის ჩვენება ისრებით ფრჩხილებისა და მართკუთხედების გარეშე (შედარებისათვის იხილეთ [4, გვ.35-37].

**I ლოგიკურ კავშირთა გრაფული მოდელირების ნიმუშები**  
**1.1 უსასრულო მცირეებთან დაკავშირებული ასახვები და მათი გამოყენება**

გარკვეულ (თვისების) ფუნქციათა სიმრავლის ყოველ  $F$  ელემენტზე შესაბამისი უსასრულო მცირის დამატებით ან მასზე გამრავლებით, მიიღება ამ სიმრავლის ასახვა, საზოგადოდ, სხვა სიმრავლეში (ან სიმრავლეზე). კერძოდ ხსენებული უსასრულო მცირე შეიძლება იყოს  $(dx)^n$  ან  $o_F(\Delta x^n), n = 1, 2, \dots$ , რომელთაგანაც მივიღებთ ასახვებს:  $F \xrightarrow{dx} F'dx$ , ან  $\Delta F = F(x) - F(x_0) \xrightarrow{+o_F(\Delta x)} dF$ ; ასევე თუ ფუნქციის  $\Delta F$  ნაზრდს  $x_0$  წერტილში შევხედავთ როგორც ასახვას  $\Delta: F \rightarrow \Delta F$  მივიღებთ ასეთ განსაზღვრებას:

$F$  ფუნქციას  $x_0$  წერტილში აქვს წარმოებული (ან დიფერენციალი) თუ არსებობს ასახვა  $d/dx: F \rightarrow F'$ , რომელიც ხსენებულ  $\Delta, dx, o_F(\Delta x)$  ასახვებთან (1) დიაგრამის (პირველი და მეორე ბლოკის) კომუტაციურობის პირობითაა დაკავშირებული. წარმოებულის ტრადიციული განსაზღვრა  $F' = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta x}$ , რომელსაც ახალი გამოსათვლელი გამოსახულება შეიძლება ეწოდოს  $\Delta F - dF = o_F(\Delta x)$ , ტოლობიდან მიიღება ანუ ის, როგორც ზღვრული თანაფარდობა, ხსენებული  $+o_F(\Delta x)$  ასახვის არსებობის შედეგია.

წარმოებულისა და დიფერენციალის ძირითადი ურთიერთკავშირის გამოყენება მათი ერთდროული განსაზღვრისათვის, აიოლებს მათგან გამომდინარე შედეგების მიღებას და დიაგრამის მომდევნო შემადგენელი კომპონენტების შევსებას ახალი ინფორმაციით; მათი ლოგიკური თანმიმდევრობა წარმოჩენილია დიაგრამა 1-ზე I-VI ბლოკებით, რომლებიც მაღალი რიგის წარმოებულებზე შეიძლება გავრცელდეს. ამავე სახით შეიძლება მიღებული იქნას მრავალი ცვლადის ფუნქციის გრადიენტისა და სრული დიფერენციალის (ერთიანი) განსაზღვრებები. ამისათვის ასახვა  $d/dx$  იცვლება  $grad: F \rightarrow (F'_x, F'_y, \dots)$  ასახვით,  $dx$ -ზე გამრავლების ნაცვლად გვექნება სკალარული ნამრავლი  $grad F \cdot (dx, dy, \dots)$ . ამგვარი შინაარსის ცვლილება (მისი გაღრმავება) გამოსახება ისრებზე მიწერილი წარწერების გამოყენებით გრაფიკული ფორმის შეუცვლელად. ეს მიდგომა უფრო მეტსაც მოიცავს:

აღნიშნული მოდელის შინაარსობრივი დატვირთვის გაზრდით, მისი ფორმის ან ინფორმაციის მოცულობა რაოდენობრივი ცვლილების გარეშე, შეიძლება მივიღოთ მრავალი ცვლადის ფუნქციის დიფერენციალური აღრიცხვის ძირითადი თეორემები და მათი მიმართებები გარკვეული კანონზომიერების წარმოჩენით.

**1.2 ასახვათა ახალ-ახალი კომპოზიციები და მათი მიმართებების სრტუქტურირება**

დიფერენციალური აღრიცხვის ლოკალურ თვისებათა (ლაგრანჟის ფორმულის გათვალისწინებით) აღწერილი ტოლობების (კერძოდ, დიაგრ. 1-ის IV ბლოკი) გარკვეული წესით აჯამავს და ზღვარზე გადასვლას მივყავართ ინტეგრალური აღრიცხვის მთავარ შედეგამდე, რომელიც 1-ელ დიაგრამაზე V ბლოკის კომუტაციურობით მოდელირდება. აქ დამტკიცების გამარტივებისათვის მოთხოვნილია  $[a, b]$  სემპტზე მოცემული ფუნქციის თითქმის ყველგან უწყვეტად წარმადობა, თუმცა შედეგი სამართლიანია უფრო ზოგად პირობებშიც. ის შეიძლება გავრცელდეს მრავალი ცვლადის ფუნქციისთვისაც, თუ ურთიერთშებრუნებად „ასახვებად“ ვიგულისხმებთ სრულ დიფერენციალსა და მარტივად ბმულ არეში აღებულ წირით ინტეგრალ ცვლადის ზედა საზღვრით.

განმარტებათა უმრავლესობა წარმოადგენს დიაგრამის (გრაფის) სათანადო ბლოკის (ნაწილის) შემადგენელი ასახვების (ისრების) ურთიერთკომუტირების (სხვადასხვა გზებით მიღებულ გამოსახულებათა ტოლობის) შედეგს გარკვეული წინაპირობათა მოთხოვნისას.





როცა სახეზეა ათვისებაზე დახარჯული დროის მინიმალურობა, ჩაწვდომის გაიოლება, პრაქტიკული გამოყენების უნარის გამომუშავება ან მიღწეულია რაიმე სხვა ოპტიმალურობის ეფექტი ბუნებრივია, რომ სწავლების ამგვარი მეთოდის იმსახურებს აქტიურ მხარდაჭერას. ამის მიღწევას სჭირდება ხანგძლივი დაკვირვება, ყოველმხრივი გადამოწმება, მიღებულ გამოსმაურებათა კოლექტიური ანალიზი.

ჩვენი შესაძლებლობების ფარგლებში ეს მოწმდებოდა სხვადასხვა მიმართულებით, კერძოდ, სქემატური მოდელების მიხედვით სისტემატიზებული და ათვისებული ინფორმაციის დამახსოვრების გადამოწმება ხდებოდა საკმაოდ ხანგძლივ დროს გასვლის შემდეგ, ამასთან ხდებოდა მისი შედარება ჩვეულებრივ ტრადიციული მეთოდებით ათვისებულთან. აღმოჩნდა, რომ შთამბეჭდავი იყო არა მარტო მასალის მექანიკურ დამახსოვრების გაიოლება, არამედ თვალსაჩინოებამ აამაღლა აბსტრაქტულ ლოგიკური მსჯელობის უნარი, ლოგიკური გააზრებულობის სიღრმე და მასთან დაკავშირებული საერთო ინტერესი.

შემდგომი სრულყოფის ყოველ ეტაპზე ვითვალისწინებდით მრავალრიცხოვან მოსწავლეთა, სტუდენტთა, მათ მასწავლებელთა კრიტიკულ მოსაზრებებს. ისინი იყვნენ არა მარტო ხსენებულ ექსპერტების უშუალო მონაწილენი, არამედ გარეშე დაინტერესებული პირები, ასევე გამოცდილი ექსპერტები. უმეტესობის კეთლმოსურნე და მხარდამჭერი გამოხმაურებები ცხადია სტიმულის მომცემი იყო.

ამ შრომის პირველ ავტორს აღწერილის ირგვლივ შესრულებული აქვს მონოგრაფიული გამოკვლევა. დანარჩენი ავტორები მონაწილეობენ აღწერილ მეთოდის გამოყენებით სახელმძღვანელოების კომპიუტერული ვარიანტის შექმნაში.

ბუნებრივია ეს უკავშირდება სასწავლო მასალის სტრუქტურულიზებული გადმოცემის შემდგომ გაუმჯობესებასა და ცოდნის ხარისხის ავტომატიზებულ შეფასების პროცესის სრულყოფას [5. გვ.894].

### **III ზოგიერთი დასკვნა და რეკომენდაციები**

ხანგძლივი კვლევა-ძიების შედეგად მიღებული იქნა ასეთი დასკვნები და რეკომენდაციები:

1. ასახვათა და იმპლიკაციების შესაბამისი მოდიფიცირებული ისრების გამოყენებით მიიღება ძირითად ცნებათა და მათ შორის მიმართებათა (დადგენის საკვანძო მიმართების მაჩვენებელი) გრაფიკული მოდელები, რომელთა ოპტიმალურად რეალიზაცია უკავშირდება მოვლენათა არსში ჩაწვდომას.

2. დიდი ინფორმაციის შეჯამება და სისტემატიზება, აღნიშნული მოდელების გზით, აჩქარებს აღქმის, მისი გაგების, მეხსიერებაში დაფიქსირების და ამის შედეგად სწავლის ხარისხის ამაღლებას;

3. აღწერილი მიდგომა არამარტო აიოლებს გაძეორებას, დავიწყების გახსენებას, არამედ მის შემდგომ შევსებას და გაღრმავებას. ამ მიდგომის როლი და მნიშვნელობა იზრდება სასწავლო მასალის ზრდის კვალობაზე;

4. რომელიმე შემოთავაზებული მოდელის შეფასება მისი სრულყოფის უნარი შესაძლოა გამოყენებულ იქნას კონსულტაციების, ცოდნის შემოწმების, გამოცდის გამარტივებული ვარიანტის მისაღებად.

5. უკავშირდება რა აბსტრაქტიულ ლოგიკურ მსჯელობის დამახსოვრების გაიოლებას, ეს თვალსაჩინოება შემოქმედებითი აქტივიზაციის საშუალებაა.

6. ცნებების თვისებების, ურთიერთმიმართებების სქემატურ-დიაგრამული წარმოდგენა ადამიანის მრავალგვარი საქმიანობისათვის საჭირო ჩვევების შემუშავების ხელშემწყობია. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ეს სარგებლობა პროგრამირების ელემენტების შესწავლაში.

7. პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ აღწერილი მეთოდის გამოყენებით სასკოლოდან საუნივერსიტეტო სწავლებაზე თანმიმდევრული გადასვლის სიძნელები ნაწილობრივ მაინც შესაძლოა იქნეს აცილებული.

### ლიტერატურა

1. Гнеденко Б.В., Математика и Математическое образование в современном мире. М., Просвещение, 1985.
2. Виркхофф Г., Математика и психология, М., Сов. радио 1977.
3. ნიკოლაიშვილი ვ., ჟვანია თ., კაპანაძე დ. ინფორმაციის გრაფული მოდელირებისა და მისი გამოყენების შესახებ. საერთ.კონფ. „ინფორმაციული ტექნოლოგიები მართვაში“. ტ-1, გვ.182-186, თბილისი, 2007.
4. Nikolaishvili V., Meladze G., Kapanadze D., Zhvania T., Kiknadze M., On Application of Information Technology for Representation And Transformation of Mathematical Reasoning. Symposium on "Contemporary Mathematics and its Application", Batumi, Georgia, 2007.
5. Николаишвили В., Арабули Н., Капанадзе Д., Об автоматизированной генерации тестов для оценки знания, XI Intern.Scienc. Kravchuk Conf., Kyiv, 2006.

### О ГРАФОВОМ МОДЕЛИРОВАНИИ, РАСПРОСТРАНЕНИИ И ТРАНСФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Николаишвили В., Капанадзе Д., Жвания Т., Кикнадзе М.

Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Рассматриваются вопросы наглядного (графового) моделирования информационных отношений и логических утверждений с использованием графа отображения. Показывается (выясняется) возможность схематичного представления некоторых реляционных (статистических) данных сведением к обобщению и трансформированию связей между графовыми компонентами некоторых отображений.

### ON GRAPH MODELING, EXTENSION AND TRANSFORMATION OF STRUCTURED INFORMATIONAL RELATIONS

Nikolaishvili Vanzet, Kapanadze David, Zhvania Taliko, Kiknadze Mzia

Georgian Technical University

#### Summary

Visual modeling of informational relations and logical reasoning by using graph of mapping is considered. Possibility of graph representation of the structured information by reducing to the extension and transformation of connections among graph components of some concrete mapping is stated.