

0619 ინფორმაციისა და კომუნიკაციის ტექნოლოგიები
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES (ICTS)

დემოგრაფიული უსაფრთხოების მართვის სისტემური ანალიზი და ლოგიკურ-
მათემატიკური მოდელირება

გურამ ჩაჩანიძე
ევროპული განათლების ცენტრი
European Education Center
E-mail: guram.chachanidze@yahoo.com

რეზიუმე

სამუშაოს საგანი და მიზანი: ნაშრომის კვლევის საგანს წარმოადგენს ქვეყნის დემოგრაფიული უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საინფორმაციო სისტემების ოპტიმიზაცია. კვლევის მთავარი მიზანია საზღვარგარეთ მყოფ ემიგრანტთა სამშობლოში რეინტეგრაციის პროცესის მართვისთვის ეფექტური ლოგიკურ-მათემატიკური მოდელის შემუშავება, რომელიც უზრუნველყოფს ემიგრანტთა ზუსტ ანკეტირებას და დააფუძნებს ემიგრანტთა დაბრუნებისათვის საჭირო, მათი მოთხოვნისა და სახელმწიფოს მიერ შეთავაზებათა შესაბამის, შესაძლო მიწოდების ოპტიმალური თანდამთხვევის (თანაკვეთის) პრინციპებს. **მეთოდოლოგია:** კვლევა ეფუძნება სისტემური ანალიზის, სიმრავლეთა თეორიის, მათემატიკური ლოგიკისა და პრედიკატების კალკულუსის მეთოდებს. მოდელში ინტეგრირებულია პრიორიტეტების კლუბდობის კოეფიციენტები და სახელმწიფო რესურსების დინამიკური კლების ლოგიკური ოპერატორები. **შედეგები:** შემუშავებულია სტრუქტურირებული მოდელი, რომელიც ემიგრანტთა მრავალკრიტერიუმული მოთხოვნებისა და სახელმწიფოს მხრიდან არსებული შეთავაზებების ანალიზის საფუძველზე, ავტომატურად ახდენს ემიგრანტთა კონტინგენტის დიფერენციაციას. მოდელი უზრუნველყოფს სრული თანაკვეთის მქონე პირთა იდენტიფიცირებას და გამოყოფს ალტერნატიული, ვერბალური დიალოგის საჭიროების მქონე ჯგუფებს. **გამოყენების სფერო:** ნაშრომის შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნას დემოგრაფიული და მიგრაციული პოლიტიკის დამგეგმავი სახელმწიფო უწყებების, ელექტრონული მმართველობის სისტემებისა და სოციალურ-ეკონომიკური მონიტორინგის სამსახურების მიერ.

დასკვნა: მათემატიკური ლოგიკის აპარატის გამოყენება დემოგრაფიული უსაფრთხოების სისტემებში მინიმუმამდე ამცირებს მართვის სუბიექტურ შეცდომებს. მოდელი ქმნის მყარ თეორიულ ბაზას მიგრაციული ნაკადების მიზნობრივი და რესურს-ეფექტური მართვისათვის.

საკვანძო სიტყვები: დემოგრაფიული უსაფრთხოება, სისტემური ანალიზის მეთოდები, ლოგიკურ-მათემატიკური მოდელი, პრედიკატების ლოგიკა, მიგრაციის მართვა.

შესავალი

გლობალიზაციის თანამედროვე ეპოქაში, მცირერიცხოვანი ქვეყნების სახელმწიფოებრივი მდგრადობის, განვითარებისა და სუვერენიტეტის შენარჩუნების კონტექსტში, დემოგრაფიული უსაფრთხოება ეროვნული უსაფრთხოების ერთ-ერთ უმთავრეს კომპონენტად გვევლინება. მიგრაციული პროცესების არასწორი მართვა, ქვეყნიდან ინტელექტუალური და შრომითი რესურსების გადინება და შობადობის კოეფიციენტების კლება პირდაპირ საფრთხეს უქმნის ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკურ და სტრატეგიულ მომავალს. შესაბამისად, უმნიშვნელოვანეს სახელმწიფოებრივ ამოცანას წარმოადგენს საზღვარგარეთ მყოფი თანამემამულეების სამშობლოში დაბრუნებისა და მათი ეფექტური რეინტეგრაციის ხელშეწყობა [1].

ტრადიციული მიდგომები, რომლებიც მიგრაციული პროცესების მართვაში გამოიყენება, ხშირად შემოიფარგლება მხოლოდ მშრალი სტატისტიკური აღრიცხვით და მოკლებულია მოქნილ, ინდივიდუალურ საინფორმაციო-ანალიტიკურ ინსტრუმენტებს. ემიგრანტთა სამშობლოში დაბრუნების პროცესის მოითხოვს მრავალფაქტორიან ანალიზს, სადაც ერთმანეთს უნდა დაუპირისპირდეს მიგრანტის ინდივიდუალური სოციალურ-ეკონომიკური მოთხოვნები და სახელმწიფოს მხრიდან არსებული შეზღუდული რესურსები (საცხოვრებელი ფართი, დასაქმება, მიწის ნაკვეთები და სხვა სტიმულები) [2].

აღნიშნული პრობლემის გადაჭრა შეუძლებელია მყარი მეცნიერული ბაზის - კერძოდ, სისტემური ანალიზისა და ლოგიკურ-მათემატიკური მოდელირების გარეშე. საინფორმაციო სისტემებში მათემატიკური ლოგიკისა და სიმრავლეთა თეორიის აპარატის ინტეგრირება საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ მონაცემთა ავტომატური დამუშავება, გამოვაგლინოთ ოპტიმალური თანაკვეთები და მინიმუმამდე დავიყვანოთ მართვის სუბიექტური ხარვეზები.

წინამდებარე სტატიის მიზანია დემოგრაფიული უსაფრთხოების საინფორმაციო სისტემის მართვის ისეთი ლოგიკურ-მათემატიკური მოდელის პრეზენტაცია, რომელიც უზრუნველყოფს მოთხოვნისა და მიწოდების ოპტიმიზაციას და ქმნის რეინტეგრაციის ეფექტურ მექანიზმს.

ძირითადი ნაწილი

მოდელის აგების თანამიმდევრობა და ფორმალიზაცია

მოდელის სტრუქტურა ითვალისწინებს საზღვარგარეთ მყოფი ემიგრანტების მიერ შევსებულ 12 სხვადასხვა დასახელების ელექტრონულ ცხრილს, რომელთა მონაცემებიც ერთიანდება ერთიან საინფორმაციო ბაზაში. ემიგრანტების მიერ ამ ცხრილებში შეტანილი მონაცემების დამუშავებით მიიღება ემიგრანტთა სრული ანკეტირება-იდენტიფიცირების ელექტრონული დოკუმენტი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია ყოველი ემიგრანტის სამშობლოში დაბრუნების გადაწყვეტილების მიღება ავტომატურ (კომპიუტერულ) რეჟიმში.

სისტემური მოდელირებისთვის შემოვიტანოთ შემდეგი ფუნდამენტური მათემატიკური აღნიშვნები:

M_{ijf} — ემიგრანტთა (eMigrant) სიმრავლე, სადაც i არის ქვეყანა $i = \overline{1, n}$, j არის ქალაქი $j = \overline{1, m(i)}$, ხოლო f წარმოადგენს მიგრანტის უნიკალურ იდენტიფიკატორს, სახელსა და გვარს $f = \overline{1, q(ij)}$, ინდექსები i, j, f მთელი რიცხვებია.

M — ემიგრანტთა კონტინგენტის მთლიანი სიმრავლე ყველა ქვეყანაში (საზღვარგარეთ). მათემატიკურად იგი წარმოადგენს ქვეყნებისა და ქალაქების მიხედვით არსებულ ქვესიმრავლეთა გაერთიანებას:

$$M = \bigcup_{i=1}^n \bigcup_{j=1}^{m(i)} \bigcup_{f=1}^{q(ij)} M_{ijf}$$

S_s — სახელმწიფოსაგან მიგრანტებისადმი დასაბრუნებლად შეთავაზებულ (State suggest) შესაძლო წინადადებათა (დაპირებათა) სიმრავლე, სადაც $S = \overline{1, r}$ (s მთელი რიცხვია).

კვლევის ფარგლებში განვიხილავთ ოთხ კრიტიკულ პუნქტს:

S1 — საცხოვრებელი ბინა;

S2 — კომერციული ფართი;

S3 — სამრეწველო ობიექტი;

S4 — მიწის ნაკვეთი.

$D_{ijf}(g)$ — მიგრანტის მხრიდან სასურველ (**Desire**) წინადადებათა (მოთხოვნათა) სიმრავლე დაბრუნების მიზნით, სადაც $g = \overline{1, d}$, $d \ll r$, (g მთელი რიცხვია). ცხადია, რომ მიგრანტის მოთხოვნები წარმოადგენს სახელმწიფოს შეთავაზებათა სიმრავლის მკაცრ ქვესიმრავლეს და მათი რაოდენობა საგრძნობლად ნაკლებია პოტენციურ შეთავაზებებზე:

$$D_{ijf}(g) \subset S_s, \text{ სადაც } d \ll r$$

მოდელის რეალიზების მთავარი მომენტია იმის განსაზღვრა, თუ როგორ თანხვედრაშია ხელისუფლების მიერ შეთავაზებული წინადადებები ემიგრანტების სასურველ მოთხოვნებთან. ეს პროცესი აღიწერება სიმრავლეთა თანაკვეთის ოპერაციით:

$$S_s \cap D_{ijf}(g) \cdot$$

ამ ოპერაციის შედეგად თეორიულად მიიღება სამი შესაძლო შემთხვევა:

1. $S_s \cap D_{ijf}(g) = D_{ijf}(g)$ — სრული თანხვედრა. მიგრანტის ყველა მოთხოვნა სრულად თავსდება სახელმწიფო პროგრამის ფარგლებში.
2. $\frac{1}{2} |D_{ijf}(g)| \leq |S_s \cap D_{ijf}(g)| < |D_{ijf}(g)|$ — ნაწილობრივი თანხვედრა, მიგრანტის მოთხოვნების ნახევარი ან ნახევარზე მეტი კმაყოფილდება.
3. $|S_s \cap D_{ijf}(g)| \ll |D_{ijf}(g)|$ — მინიმალური თანხვედრა, დაკმაყოფილების ხარისხი სასურველ ზღვარს (ნახევარს) ქვემოთაა.

პირველი შემთხვევისთვის, ყველა M_{ijf} ემიგრანტი, რომლისთვისაც სრულდება ტოლობა, ავტომატურად თავსდება დასაბრუნებელთა საბოლოო სიაში.

მეორე და მესამე შემთხვევის დროს მართვის საინფორმაციო სისტემა მიმართავს მათემატიკური ლოგიკის აპარატს (დასკვნის გამოტანის წესები, პრედიკატების ლოგიკა, დედუქციის მეთოდები) და პროცესი გადადის კომპიუტერული დიალოგის (ვერბალურ ან ონლაინ) რეჟიმში.

გადაწყვეტილების მიღების პროცესში მოქმედებაში შედის პრიორიტეტების კოეფიციენტები (k), რომლებიც ლაგდება კლებადობის მიხედვით: $k_1 > k_2 > k_3 > k_4$. მიგრანტი თავად ანიჭებს ამ წონებს თავის მოთხოვნებს (მაგალითად, $k_1 S_4$ ნიშნავს, რომ პირველი პრიორიტეტი მიწის ნაკვეთია).

პროცესის სრული ფორმალიზებისთვის შემოვიტანოთ x ცვლადიანი პრედიკატის სიმბოლო - $F(x)$, რომლის შინაარსია: $\langle x\text{-ს აქვს უძრავი ქონება საქართველოში} \rangle$, სადაც x არის კონკრეტული ემიგრანტი (ijf).

უძრავი ქონების კატეგორიების მიხედვით გვექნება ოთხი ბაზისური პრედიკატი:

$F1(ijf)$ — აქვს საცხოვრებელი (ბინები, სახლები);

$F2(ijf)$ — აქვს კომერციული ფართი (ოფისები, მაღაზიები);

$F3(ijf)$ — აქვს სამრეწველო ობიექტი (ქარხნები, საწყოები);

$F4(ijf)$ — აქვს მიწის ნაკვეთები.

არსებობის (\exists) და ზოგადობის (\forall) კვანტორების გამოყენებით, ჩამოვყალიბოთ დედუქციური დასკვნის გამოტანის მათემატიკურ-ლოგიკური წესები მიგრანტთა დაბრუნების პროცედურისათვის [3].:

წესი 1. სრული თანაკვეთა ქონების არქონისას:

$$\forall(i,j,f) [M_{ijf} \wedge \neg F(x) \wedge (S_s \cap D_{ijf}(g) = D_{ijf}(g))] \rightarrow D_{ijf}(g) \wedge \text{Add To Return List}(M_{ijf}).$$

შინაარსი: ყველა ემიგრანტს შორის არსებობს ერთი მაინც, რომელსაც არ აქვს უძრავი ქონება საქართველოში და მისი მოთხოვნა სრულად თავსდება შეთავაზებაში; მაშინ იგი შედის დაბრუნების სიაში.

წესი 2 (საცხოვრებელი ბინის საჭიროება - $\neg F1$):

$$\forall(i,j,f) [Mijf \wedge \neg F1 \wedge (Ss \cap Dijf(g) = Dijf(g))] \rightarrow Dijf(g) \wedge \text{Add To Return List}(Mijf).$$

შინაარსი: ემიგრანტს არ აქვს საცხოვრებელი ბინა და ითხოვს მას, დანარჩენი მოთხოვნები კი თანხვედრაშია; იგი შედის დაბრუნების სიაში.

წესი 3 (კომერციული ფართის საჭიროება - $\neg F2$):

$$\forall(i,j,f) [Mijf \wedge F2 \wedge (Ss \cap Dijf(g) = Dijf(g))] \rightarrow Dijf(g) \wedge \text{Add To Return List}(Mijf).$$

წესი 4 (სამრეწველო ობიექტის საჭიროება - $\neg F3$):

$$\forall(i,j,f) [Mijf \wedge \neg F3 \wedge (Ss \cap Dijf(g) = Dijf(g))] \rightarrow Dijf(g) \wedge \text{Add To Return List}(Mijf).$$

წესი 5 (მიწის ნაკვეთის საჭიროება - $\neg F4$):

$$\forall(i,j,f) [Mijf \wedge \neg F4 \wedge (Ss \cap Dijf(g) = Dijf(g))] \rightarrow Dijf(g) \wedge \text{Add To Return List}(Mijf).$$

წესი 6 (მკვეთრი აცდენა და დიალოგის რეჟიმი):

$$\forall(i,j,f) [Mijf \wedge (Ss \cap Dijf(g) \neq Dijf(g))] \rightarrow D_ijf(g) \wedge \text{Go To Dialogue}(Mijf).$$

შინაარსი: ემიგრანტის მოთხოვნები მკვეთრად განსხვავდება სახელმწიფოს შეთავაზებისგან. ასეთ შემთხვევაში, ეს ემიგრანტი გადადის დიალოგური რეჟიმის სიაში, რის შემდგომაც ორმხრივი გადაწყვეტილების მისაღებად ხდება მასთან ვერბალური ან წერილობითი კომუნიკაცია.

დასკვნა

წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილი დემოგრაფიული უსაფრთხოების მართვის საინფორმაციო სისტემის ლოგიკურ-მათემატიკური მოდელი წარმოადგენს მიგრაციული პროცესების მართვის ინოვაციურ, მეცნიერულად დასაბუთებულ ინსტრუმენტს.

სიმრავლეთა თეორიისა და პრედიკატების ლოგიკის აპარატის გამოყენება საშუალება იძლევა მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი ბიუროკრატიული და სუბიექტური ფაქტორები ემიგრანტთა რეინტეგრაციის პროცესში.

მოდელი ეფექტურად წყვეტს შეზღუდული სახელმწიფო რესურსების ოპტიმალური განაწილების ამოცანას მიგრანტთა ინდივიდუალური პრიორიტეტების კოეფიციენტების

გათვალისწინებით. საინფორმაციო სისტემის დიალოგურ რეჟიმში გადაყვანის მექანიზმი უზრუნველყოფს მოქნილობას იმ შემთხვევებშიც კი, როდესაც პირველადი მათემატიკური თანაკვეთა არ ფიქსირდება. აღნიშნული მოდელის პრაქტიკული იმპლემენტაცია მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს ქვეყნის დემოგრაფიული უსაფრთხოების განმტკიცებასა და ინტელექტუალური კაპიტალის სამშობლოში დაბრუნების საქმეში.

ლიტერატურა

1. მენთეშვილი გ., დემოგრაფიული უსაფრთხოების სტრატეგიული გამოწვევები. თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 2021.
2. Sherozia G., Digital Marketing and Information Systems in Social Processes. Technical University of Georgia, Tbilisi, 2023.
3. ჩაჩანიძე გ., მათემატიკური ლოგიკა საინფორმაციო სისტემებში. საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი „ინტელექტი“, თბილისი, 2016.

System Analysis and Logical-Mathematical Modeling of Demographic Security Management

Guram Chachanidze

Abstract

The paper focuses on optimizing information systems for ensuring national demographic security. The main objective is to develop a logical-mathematical model for managing the reintegration of eMigrants, based on set theory and predicate calculus. The model structures immigrant demands and state offers, effectively categorizing individuals using mathematical intersections and priority coefficients. For cases with complete matching, individuals are added to the Return List, while discrepancies trigger the automated Dialogue Mode. This systematic approach minimizes subjective management errors and provides a robust framework for migration policy execution.

Keywords: Demographic Security, System Analysis, Logical-Mathematical Model, Predicate Logic, Migration Management.