

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის/ფაკულტეტის
დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი ერთეულის სამეცნიერო-
კვლევითი საქმიანობის
თვითშეფასების ფორმა**

დაწესებულების სახელწოდება	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ორგანიზაციულ-სამართლებრივი ფორმა	საჯარო სამართლის იურიდიული პირი
დაწესებულების სახე	უნივერსიტეტი
საიდენტიფიკაციო კოდი	211349192
სამეცნიერო-კვლევითი ერთეულის/ფაკულტეტის სახელწოდება (ქართულ და ინგლისურ ენებზე)	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტი
საუნივერსიტეტო	☐
საფაკულტეტო	☐
მისამართი (ქუჩა, №, ქალაქი/მუნიციპალიტეტი, საფოსტო ინდექსი, ქვეყანა)	მინდელის ქ. N10, ქ. თბილისი, 0186, საქართველო
დაწესებულების ელ-ფოსტა	martsistem@gmail.com
ხელმძღვანელი	ნუგზარ ყავლაშვილი
მობილური ტელეფონი	599512128
ელ-ფოსტის მისამართი	nkavlash@gmail.com

(სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებებისა და უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებებისთვის)

2023 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) დასახელება:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტი

2021-2023 წლების სამეცნიერო კვლევების პროგრამა:

მართვის თეორია, ტექნიკური სისტემებისა და მოწყობილობების იდენტიფიკაცია, ოპტიმიზაცია და აგება, ინტელექტუალური პროცესების მოდელირება

პროგრამა მოიცავს ხუთ პროექტს:

1. მართვის არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაცია და მოდელირება, რთული ფიზიკური და ეკონომიკური სისტემების მათემატიკური მოდელირებისა და ოპტიმიზაციის ამოცანათა კვლევა
2. ინფორმაციის გარდაქმნის მოწყობილობების და სისტემების დამუშავება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.
3. დიალოგური სისტემების ქართულენოვანი ინტერფეისი.
4. სამკურნალო დიაგნოსტიკური მხარდამჭერი სისტემის შექმნა იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის ამოცანის გადასაწყვეტად.
5. ელექტროენერგეტიკისა და ენერგოდანადგარების ზოგიერთი პრობლემის გამოკვლევა

პროექტების შესრულებაში მონაწილეობს ინსტიტუტის სამეცნიერო და საინჟინრო-ტექნიკური პერსონალი

2023 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგებისა და პროექტში მონაწილე პერსონალის როლის შესახებ ვრცელი ინფორმაცია წარმოდგენილია ინსტიტუტის ტრადიციული სამეცნიერო მიმართულებებისა და სამეცნიერო განყოფილებების მიხედვით

მიმართულება – მართვის პროცესები

მინდია სალუქვაძის სახელობის სისტემების იდენტიფიკაციისა და ოპტიმალური მართვის განყოფილება

1. სახელმწიფო ბიუჯეტის პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების ჩამონათვალი:

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

პროექტის დასახელება: მართვის არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაცია და მოდელირება, რთული ფიზიკური და ეკონომიკური სისტემების მათემატიკური მოდელირებისა და ოპტიმიზაციის ამოცანათა კვლევა;

სამეცნიერო დარგი: ინჟინერია და ტექნოლოგიები; ქვედარგი/სპეციალიზაცია: ელექტროინჟინერია, ელექტრონული ინჟინერია, საინფორმაციო ინჟინერია;

სამეცნიერო მიმართულება: ავტომატიზაცია და მართვის სისტემები;

პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები: 2021 – 2023 წწ.

2) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ბესარიონ შანშიაშვილი – განყოფილების ხელმძღვანელი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, პროექტის ხელმძღვანელი.
2. ვიქტორ ხუციშვილი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ფიზ-მათ. მეცნიერებათა კანდიდატი, პროექტის შემსრულებელი;
3. ნუგზარ დადიანი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, პროექტის შემსრულებელი;
4. ნელი კილასონია – მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, პროექტის შემსრულებელი;
5. ქეთევან კუთხაშვილი – მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, პროექტის შემსრულებელი;
6. დალი სიხარულიძე - მეცნიერი თანამშრომელი, პროექტის შემსრულებელი;
7. დუდუხანა ცინცაძე – მეცნიერი თანამშრომელი, პროექტის შემსრულებელი;
8. ქეთევან ოშიაძე – მეცნიერი თანამშრომელი, პროექტის შემსრულებელი.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

პროექტის დასახელება: მართვის არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაცია და მოდელირება, რთული ფიზიკური და ეკონომიკური სისტემების მათემატიკური მოდელირებისა და ოპტიმიზაციის ამოცანათა კვლევა;

სამეცნიერო დარგი: ინჟინერია და ტექნოლოგიები; ქვედარგი/სპეციალიზაცია: ელექტროინჟინერია, ელექტრონული ინჟინერია, საინფორმაციო ინჟინერია;

სამეცნიერო მიმართულება: ავტომატიზაცია და მართვის სისტემები; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები: 2021 – 2023 წწ.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ბესარიონ შანშიაშვილი – განყოფილების ხელმძღვანელი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, პროექტის ხელმძღვანელი.
2. ვიქტორ ხუციშვილი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ფიზ-მათ. მეცნიერებათა კანდიდატი, პროექტის შემსრულებელი;
3. ნუგზარ დადიანი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, პროექტის შემსრულებელი;

4. ნელი კილასონია – მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, პროექტის შემსრულებელი;
5. ქეთევან კუთხაშვილი – მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, პროექტის შემსრულებელი;
6. დალი სიხარულიძე – მეცნიერი თანამშრომელი, პროექტის შემსრულებელი;
7. დუდუხანა ცინცაძე – მეცნიერი თანამშრომელი, პროექტის შემსრულებელი;
8. ქეთევან ომიადე – მეცნიერი თანამშრომელი, პროექტის შემსრულებელი.

დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

პროექტის მიზანია რთული სისტემების მოდელირების, იდენტიფიკაციისა და ოპტიმიზაციის აქტუალურ ამოცანათა თეორიული კვლევა და პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობათა ანალიზი. ამ მიზნის მისაღწევად პროექტის ფარგლებში მიმდინარეობს კვლევები ორი მიმართულებით:

მიმართულება I - მართვის არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაცია და მოდელირება;

მიმართულება II - რთული სისტემების მათემატიკური მოდელირება და მრავალმიზნობრივი ოპტიმიზაცია.

მიმართულება I.

საკვლევ სისტემაში მიმდინარე პროცესების ფორმალიზება მათემატიკური გამოსახულების ანუ მათემატიკური მოდელის ფორმით ემსახურება სხვადასხვა მიზნებს, კერძოდ ის შეიძლება გამოყენებული იყოს კვლევითი, პროექტირებისა და მართვის მიზნებისათვის.

მათემატიკური მოდელის საშუალებით მიღებული ინფორმაციის გააზრებას და მის შემდგომ დაზუსტებას აქვს პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა კვლევის მიზნების შესრულებისათვის. მოდელი იძლევა შემდგომი კვლევების დაგეგმვის საშუალებას. სისტემის პროექტირებისას მონაცემები, რომლებიც ახასიათებს მის ცალკეულ ელემენტებს და ქვესისტემებს, გამოიყენება იმისათვის, რომ აიგოს სისტემის მოდელი, რომელიც დააკმაყოფილებს პროექტების კრიტერიუმს (მდგრადობა, მგრძნობიარობა, ცდომილების სიდიდე, საიმედოობა და სხვა). საწარმოო პროცესის ავტომატური მართვის საფუძველს წარმოადგენს ინფორმაციის არსებობა პროცესის მდგომარეობის შესახებ ფორმალიზირებული ანუ მოდელის სახით.

უმრავლესი რეალური სისტემა არის არაწრფივი. არაწრფივ სისტემებში გვხვდება პრინციპულად ახალი მოვლენები და მათთვის მაღალეფექტური მართვის სისტემების შესაქმნელად აუცილებელი ხდება არაწრფივი მოდელების გამოყენება.

არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაციის დროს არაწრფივი მოდელების საშუალებით შეიძლება გამოიყოს ორი ძირითადი ტენდენცია. პირველი მდგომარეობს კერძო სახის – ძირითადად ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების, ხოლო მეორე – ზოგადი მოდელების გამოყენებაში საკვლევ სისტემის მათემატიკური აღწერისათვის. ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების სიმრავლე შედგება ჰამერშტეინისა და ვინერის მოდელების სხვადასხვა მოდიფიკაციისაგან, რომლებიც განისაზღვრება არაწრფივი სტატიკური და წრფივი დინამიკური ელემენტების შეერთების სხვადასხვა კომბინაციით. ზოგადი მოდელები ძირითადად წარმოიდგინება ვოლტერას ფუნქციონალური მწკრივისა და კოლმოგოროვ-გაბორის უწყვეტი და დისკრეტული პოლინომების სახით. ზოგადი მოდელები არაწრფივი სისტემის წარმოდგენისათვის გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც აპრიორი ინფორმაცია სისტემის შესახებ არ არსებობს ან მეტად უმნიშვნელოა.

არაწრფივი სისტემის კერძო სახის, უმთავრესად ბლოკურად ორიენტირებული, მოდელებით წარმოდგენის უპირატესობა არის პრაქტიკაში მისი გამოყენების სიმარტივე. პრაქტიკაში არაწრფივი ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების გამოყენებისას რეალური საწარმოო პირობებში ხდება შემთხვევითი ხმაურის ზედდებულობა მართვის ობიექტების შემავალ და გამომავალ სიგნალებზე, რაც გამოწვეულია მართვის ობიექტების ფუნქციონირების შინაგანი და გარე პირობებით. ამიტომ, დიდი

მნიშვნელობა ენიჭება იდენტიფიკაციის მეთოდების დამუშავებას სისტემაზე მოქმედი ხმაურების გათვალისწინებით, რაც მათემატიკურ სირთულეებთან არის დაკავშირებული, განსაკუთრებით არაწრფივ სისტემების შემთხვევაში.

ამ ეტაპზე განხორციელდა ხმაურის ზემოქმედების პირობებში მომუშავე არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაციის თანამედროვე მეთოდების მიმოხილვა და ანალიზი.

ჩატარებული კვლევები გვიჩვენებს, რომ ხმაურის ზემოქმედების პირობებში მომუშავე სისტემების იდენტიფიკაციისათვის გამოიყენება ძირითადად ჰამერშტეინისა და ვინერის მარტივი და ჰამერშტეინ-ვინერის და ვინერ-ჰამერშტეინის მარტივი კასკადური მოდელები. ამასთან ხმაური ძირითადად მოქმედებს გამომავალ და ასევე შუალედურ სიგნალებზე.

ასე მაგალითად, [3-7]-ში გამოყენებულია ჰამერშტეინის მარტივი მოდელი. [3]-ში პარამეტრების შესაფასებლად გამოიყენება უმცირესი კვადრატების მეთოდი, [4]-ში გამოყენებულია ჰამერშტეინის მოდელი სიხშირულ არეში შეფასებისათვის, [5]-ში ჰამერშტეინის მოდელი გამოიყენება გაზის ტურბინაში მიმდინარე პროცესების მოდელირებისათვის ხმაურის არსებობის პირობებში, [6]-ში გამოიყენება ჰამერშტეინის მოდელი წილადური ხარისხის არაწრფივობით. უმცირესი კვადრატების მეთოდი გამოიყენება ვინერის მოდელის პარამეტრული იდენტიფიკაციისათვის [3, 7]-ში, ამასთან ხმაური მოდებულია წრფივ და არაწრფივ რგოლებს შორის [7]-ში.

ჰამერშტეინ-ვინერისა და ვინერ-ჰამერშტეინის მოდელების პარამეტრების შეფასების ამოცანები ხმაურის ზემოქმედებების პირობებში განხილულია [8-12]-ში. [8]-ში განიხილება არაწრფივობა ლუფტის სახით, [11-12]-ში - რელეური ტიპის არაწრფივობით, [9]-ში ხმაური მოდებულია წრფივი რგოლის შემდეგ, [10]-ში ხმაური მოდებულია წრფივი რგოლის შემდეგ და ბოლოში, ხოლო [11]-ში - მოდელის ბოლოში.

ბაიესის კალმანის ფილტრი გამოიყენება ხმაურის არსებობის პირობებში დინამიკური სისტემების იდენტიფიკაციისათვის [13]-ში.

ამრიგად, პროექტის ამოცანების შესრულების ამ ეტაპზე განხორციელდა არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის კვლევის სფეროში არსებული მდგომარეობის დაზუსტება ახალი ნაშრომების მოძიებისა და ანალიზის საშუალებით. დასმული იქნა არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაციის ამოცანა სიხშირულ არეში, ჰამერშტეინისა და ვინერის მოდელთა კლასში სისტემაზე ხმაურის ზემოქმედების პირობებში.

პროექტში შემუშავებული იქნა ჰამერშტეინისა და ვინერის განზოგადოებული მოდელების პარამეტრების შეფასების მეთოდები მოდელების ბოლოში ხმაურის ზედდების პირობებში, როდესაც მოდელის წრფივი დინამიკური რგოლები აღიწერება მეორე რიგის დიფერენციალური განტოლებებით, ხოლო არაწრფივი სტატიკური რგოლი მეორე ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით. პარამეტრების იდენტიფიკაცია მიმდინარებს სიხშირულ არეში, სისტემის შემავალი სინუსოიდური ზემოქმედების დროს, დამყარებულ რეჟიმში. მოდელების გამოსასვლელზე მიღებული იძულებითი რხევების ანალიზური გამოსახულებები მიღებულია დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნის გზით. ექსპერიმენტის ჩატარებისას მიღებული მოდელების გამოსასვლელზე პერიოდული სიგნალების ჰარმონიკებად დაშლა მიმდინარეობს ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით. ფურიეს კოეფიციენტების შეფასებების მათ თეორიულად მიღებულ მნიშვნელობებთან გატოლებით, პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა დაიყვანება ალგებრულ განტოლებათა ამოხსნაზე. პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით, რასაც ხმაურის ზეგავლენა მინიმუმამდე დაყავს.

ქვევით, მაგალითისათვის მოყვანილია ჰამერშტეინის განზოგადოებული მოდელის დინამიკური პარამეტრების, დროის მუდმივების შეფასებების გამოსახულებები:

$$T_{02} = \frac{1}{4} \frac{\left(\sum_{i=1}^n \omega_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{a_{2i}^2}{b_{2i}^2} \omega_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n \frac{a_{2i}}{b_{2i}} \omega_i \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{a_{2i}}{b_{2i}} \omega_i^3 \right)}{\left(\sum_{i=1}^n \omega_i^4 \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{a_{2i}^2}{b_{2i}^2} \omega_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n \frac{a_{2i}}{b_{2i}} \omega_i \right)^2},$$

$$T_2 = \frac{1}{2} \frac{\left(\sum_{i=1}^n \omega_i^4 \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{a_{2i}}{b_{2i}} \omega_i \right) - \left(\sum_{i=1}^n \omega_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{a_{2i}}{b_{2i}} \omega_i^3 \right)}{\left(\sum_{i=1}^n \omega_i^4 \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{a_{2i}^2}{b_{2i}^2} \omega_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n \frac{a_{2i}}{b_{2i}} \omega_i^3 \right)^2},$$

სადაც $\hat{a}_{1i}, \hat{b}_{1i}, \hat{a}_{2i}, \hat{b}_{2i}$ ($i = 1, 2, \dots, n$) - ფურიეს კოეფიციენტების შეფასებებია ω_i , ($i = 1, 2, \dots, n$) სიხშირის დროს.

მიღებული შედეგების საიმედოობა სამრეწველო პირობებში, დამოკიდებულია სისტემის შემავალი და გამომავალი სიგნალების გაზომვისა და ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკური დამუშავების სიზუსტეზე.

ლიტერატურა

1. Eykhoff, P. System Identification. Parameter and State Estimation. London, John Wiley and Sons Ltd, 1974.
2. შანშიაშვილი ზ. სისტემების იდენტიფიკაცია. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2021.
3. R. Isermann, M. Munchhof. Identification of Dynamic Systems. An Introduction with Applications. Springer, Berlin, 2011, 705 p.
4. E-W. Bai. Frequency Domain Identification of Hammerstein Models. In: Block-oriented Nonlinear System Identification. F. Giri and E-W. Bai (Eds), Springer, Berlin, 2010.
5. C. M. Holcomb, Raymond. A. de Callafon, R. E. Bitmead. Closed loop nonlinear system identification applied to gas turbine analytics. Proceedings of the ASME Turbo Expo 2014: Turbine Technical Conference & Exposition. Dusseldorf, Germany, 2014, 10 p.
6. Д.В. Иванов, А.В. Иванов. Идентификация систем гаммерштейна дробного порядка с полиномиальной нелинейностью при наличии дробного белого шума. Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки, том 23, № 123, 2018, стр. 395-401.
7. S. Gupta, A. K. Sahoo, U. K. Sahoo. Parameter Estimation of Wiener Nonlinear Model Using Least Mean Square (LMS) Algorithm. Proc. of the 2017 IEEE Region 10 Conference (TENCON), Malaysia, 2017, pp. 1399-1403.
8. A. Brouiri*, L. Kadi, S. Slassi. Frequency Identification of Hammerstein-Wiener Systems with Backlash Input Nonlinearity. International Journal of Control, Automation and Systems 15(5), 2017, pp. 2222-2232. <http://www.springer.com/12555>
9. M. Shoukens, E-W. Bai, Y. Rolain. Identification of Hammerstein-Wiener Systems. 16th IFAC Symposium on System Identification Brussels, Belgium. July 11-13, 2012, pp. 274-279.
10. A. Wills, T. Schön, L. Ljung, B. Ninness. Identification of Hammerstein-Wiener models, 2013, Automatica, (49), 1, pp. 70-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.automatica.2012.09.018>
11. A. Brouiri, F. Giri, F. Ikhouane, F.Z. Chaoui, O. Amdouri. identification of Hammerstein-Wiener systems with backlash input nonlinearity bordered by straight lines. Proceedings of the 19th World Congress The International Federation of Automatic Control Cape Town, South Africa. August 24-29, 2014, pp. 475-480.
12. A. Brouiri. Identification of nonlinear systems. AIP Conference Proceedings 1836, 020031, 2017; <http://dx.doi.org/10.1063/1.4981971>, 6. p.
13. G. Zhang, F. Lian, X. Gao, Y. Kong, G. Chen, S. Dai. An Efficient Estimation Method for Dynamic Systems in the Presence of Inaccurate Noise Statistics. Electronics 2022, 11, 3548. 15 p. <https://doi.org/10.3390/electronics11213548>.

მიმართულება II.

ქვემიმართულება II.1.1.

ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანის არაერთმნიშვნელოვნებიდან გამომდინარე, ანუ გამომდინარე იქიდან, რომ ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანა არ გულისხმობს ერთი გარკვეული ამონახსნის არსებობას, დღეისათვის დამუშავებულია ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის მრავალი

მეთოდი, რაც გმპ-სათვის (გადაწყვეტილების მიმღები პირი) ამნელებს ორიენტირებას და მისთვის ყველაზე შესაფერისი მეთოდის შერჩევას. დამუშავდა პრინციპები ალგორითმისათვის, რომელიც ინტერაქტიულ საფუძველზე შეარჩევს კონკრეტული გმპ-სათვის ყველაზე შესაბამის მეთოდს. ამ მიზნით პირველ, მოსამზადებელ ეტაპზე გამოყოფილი იქნა ჯგუფი მეთოდებისა, რომლებიც აკმაყოფილებენ რ. შტოერის მიერ ჩამოყალიბებულ მოთხოვნებს.

შემდეგ ეტაპზე ჩამოყალიბებული იქნა მართადი ფაქტორები, რომლებსაც უნდა ეყრდნობოდეს შერჩევის პროცედურა:

1. გმპ-ს ტიპი (გადაწყვეტილების მიმღები პირი წარმოადგენს ექსპერტს იმ დარგში, რომელსაც განეკუთვნება ამოცანა - გმპ. I , ან არ არის ექსპერტი აღნიშნულ დარგში და იცნობს მხოლოდ მოდელს - გმპ. II)
2. დამატებითი ინფორმაციის არსებობა ან არ არსებობა გმპ-ს მხრიდან (ხშირად ინტუიტიური)
3. დამატებითი ინფორმაციის ტიპი.

საბოლოოდ თავდაპირველად გამოყოფილი მეთოდების ჯგუფი დაყვანილი იქნა 6 მეთოდზე, რომლებზეც დაყრდნობით შეიძლება ჩამოყალიბებული იქნას შერჩევის ალგორითმი.

რაიმე მიზნის მისაღწევად, ადამიანთა სხვადასხვა სფეროში მოღვაწეობის დროს, ხშირად საჭიროა გადაწყვეტილების მიღება შეზღუდვათა რაიმე სისტემის ფარგლებში, რაც ჩასატარებელ ღონისძიებათა გარკვეული გარემოებებით განისაზღვრება.

როგორც წესი, ფიზიკური თუ დაგეგმვის ეკონომიკური ამოცანების უმრავლესობა აღიწერება ისეთი მათემატიკური მოდელებით, რომლებიც დისკრეტული ოპტიმიზაციის სფეროს წარმოადგენს, ხოლო მათთვის არაპოლინომიალური ალგორითმების აგება, არცთუ მარტივი საქმეა. ალგორითმის სირთულეს ერთი მხრივ იმ მონაცემთა მოცულობა, რომელიც საჭიროა ამოცანის გადასაჭრელად, ხოლო მეორე მხრივ ამ მონაცემებზე დადებული შეზღუდვები განსაზღვრავს. ამოცანის ამოსახსნელად დახარჯული მანქანური დროს დამოკიდებულება მონაცემთა მოცულობაზე განისაზღვრება ფუნქციით, რომელიც შეიძლება იყოს პოლინომიალური ან არაპოლინომიალური. ალგორითმის ხარისხის შესაფასებლად სწორედ ეს კრიტერიუმი გამოიყენება.

დისკრეტული ოპტიმიზაციის ამოცანების ერთერთი მიმართულებაა კალენდარული დაგეგმვის ამოცანების კვლევა. ასეთი ამოცანებისთვის მათემატიკური მოდელის აგების დროს ერთერთ სირთულეს იმ პროცესის შესახებ, რომლის ანალიზსაც ვახდენთ, არასრული ინფორმატიულობა იწვევს.

პროექტის ფარგლებში განხილული იქნა ერთერთი ასეთი ამოცანა. კერძოდ, განხილულია ამოცანა, სადაც დავალებათა შესრულება ხდება უწყვეტი ერთსაფეხურა სისტემით. პროცესორები ნაწილობრივ ურთიერთშეცვლადია. დავალებათა შესრულების თანმიმდევრობა შეზღუდულია ნაწილობითი დალაგების სიმრავლის მიხედვით და დამატებითი რესურსების სიმრავლე შემოსაზღვრულია. დავალებათა სისტემაში მოხვედრის დრო წინასწარ მკაცრად განსაზღვრული არ არის და მოცემულია ინტერვალების სახით. ოპტიმალური ამორჩევა ხდება დავალებათა მთლიანი სისტემის დამუშავების საერთო ღირებულების გათვალისწინებით.

აღნიშნული ამოცანისათვის აგებულია P სირთულის ალგორითმი, რომელიც შტოებისა და საზღვრების, სტატისტიკურ და ინტერვალური მეთოდების კომბინირებულ მეთოდს ეფუძნება.

ქვემიმართულება II.1.2.

საანგარიშო პერიოდში კვლევის საგანი იყო ერთი ტიპის ორ კრიტერიუმთან სატრანსპორტო ამოცანა. სატრანსპორტო ამოცანების ბევრი ნაირსახეობა არსებობს და ბევრი მათგანი ჯერ კიდევ შესწავლის პროცესშია, იხვეწება მათი ამოხსნის მეთოდები, რადგან არსებული ალგორითმებით განზომილების ზრდასთან ერთად საგრძნობლად იზრდება გამოთვლების რაოდენობა [1]. ძირითადად სატრანსპორტო სისტემის მოდელირების დროს სირთულეს წარმოადგენს სისტემის ადეკვატური მოდელის შექმნა და შემდეგ კომბინატორული ოპტიმიზაციის საშუალებით ოპტიმალური ამოხსნის მიღება.

ამოცანა ყალიბდება შემდეგნაირად: საწარმოს ესაჭიროება გარკვეული პროდუქტის რაოდენობა H, რომელიც არასაკმარისი რაოდენობით არის თითოეულ მახლობელ საწყობში და, შესაძლოა, საკმარისი

რაოდენობით აქვთ, მაგრამ საწარმოსგან დიდი მანძილით დაშორებულ საწყობებში. მოცემულია მანძილები საწარმოდან საწყობებამდე და საწყობებს შორის. მხოლოდ რამდენიმე საწყობის შემოვლის შედეგად შეუძლია საწარმოს მომმარაგებელს საჭირო რაოდენობის პროდუქტის შეძენა. თითოეულ საწყობში მას შეუძლია მოხვდეს მხოლოდ ერთხელ და ბოლოს უნდა დაბრუნდეს საწარმოში. ვთქვათ, საწყობების რაოდენობაა n . დავნომროთ ისინი. $p_1, p_2, \dots, p_n$ არის თითოეულ საწყობში პროდუქტის რაოდენობა. შემოვიღოთ ბულის ცვლადები:

$$b_i = \begin{cases} 1 & \text{-თუ მომმარაგებელი } i\text{-ურ საწყობში მოხვდება} \\ 0 & \text{- წინააღმდეგ შემთხვევაში} \end{cases}$$

მაშინ, პირობის თანახმად,

$$\sum_{i=1}^n b_i p_i \geq H \quad (1)$$

საწარმოს მივანიჭოთ ნომერი 0. მოცემულია მანძილები საწარმოსა და საწყობებს შორის და საწყობების დაშორებები ერთმანეთისგან. ვთქვათ, x_{ij} , $i = 0, \dots, n, j = 0, \dots, n$ -მანძილებია i – დან j პუნქტამდე. დავუშვათ, რომ $x_{ij} = x_{ji}$. ამოცანა მდგომარეობს იმაში, რომ მომმარაგებელმა შეიძინოს პროდუქტის საჭირო რაოდენობა უმოკლესი მანძილის გავლით და დაბრუნდეს საწარმოში. ამგვარად, გვაქვს ორი კრიტერიუმი: პროდუქტის საკმარისი რაოდენობის შეძენა (მინიმალური გადახრა სასურველი რაოდენობისგან) და მგზავრობის მინიმალური დანახარჯები (მოდელში ვგულისხმობთ, რომ ისინი მანძილის პირდაპირპროპორციულია).

როცა n მცირეა, შეიძლება ყველა ვარიანტის ხელით გადასინჯვა და ოპტიმალური გზის შერჩევა მაგრამ დიდი განზომილების შემთხვევაში ეს ძალიან დიდ გამოთვლებთანაა დაკავშირებული ($n!$) და ამიტომ საჭიროა ისეთი ალგორითმის შემუშავება, რომელიც ნაკლებ გამოთვლებს მოითხოვს.

ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში ასეთი სახის სატრანსპორტო ამოცანა არ არის განხილული. ჩვენ შევიძუშავეთ ალგორითმი ამ ამოცანის ამოსახსნელად. როდესაც $n > 15$, უშუალო გადასინჯვის მეთოდით ამ ამოცანის ამოხსნა ძალიან შრომატევადი ხდება, ალგორითმი საშუალებას იძლევა, რომ შესაფასებელი ვარიანტების რაოდენობა შემცირდეს. ალგორითმის პირველ ეტაპზე შესაძლო კომბინაციების შესადგენად და შემდეგ ეტაპზე ჰამილტონის კონტურის მისაღებად (კომივოიაჟორის ამოცანა, TSP) საჭირო ხდება შესაბამისი პროგრამების გამოყენება EXCEL ან MATLAB-ში. საბოლოო გადაწყვეტილებას დამკვეთი რამდენიმე მიღებული ალტერნატივის განხილვის შედეგად ღებულობს.

ალგორითმის საილუსტრაციოდ განვიხილეთ მაგალითი, როცა $n=5$. ამ მაგალითშიც ჩანს, რომ ალგორითმი საგრძნობლად ამცირებს შესაძლო ვარიანტების რაოდენობას. უკვე $n=6$ -თვის რეკომენდებულია MATLAB ან EXCEL -ს სპეციალური ფუნქციების გამოყენება ყველა ჯუფთების შესადგენად (MATLAB-ში $nchoosek(v,k)$) და მანძილების ჯამების დასათვლელად. შემდეგ ეტაპზე კომივოიაჟორის ამოცანის ამოსახსნელად ყოველ ბიჯზე შეიძლება მისი დაყვანა წრფივი პროგრამირების ამოცანაზე და ამ უკანასკნელის ამოხსნა, მაგალითად, შტოების და საზღვრების მეთოდით.

ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანისათვის ჩამოყალიბდა განზოგადებული ალგორითმი, რომელიც ჩატარებული ანალიზის შედეგად დადგენილ პრინციპებზე დაყრდნობით ინტერაქტიულ რეჟიმში შეურჩევს მომხმარებელს (გადაწყვეტილების მიმღები პირი, გმპ) მისთვის ყველაზე შესაფერის მეთოდს არსებული მეთოდების სიმრავლიდან.

საწყის ეტაპზე ჩატარებული კვლევის შედეგად გამოყოფილი იქნა ჯგუფი მეთოდებისა, რომლებიც შეთავაზებული იქნება გმპ-სათვის ინტერაქციის შედეგად მისგან მიღებული პასუხების საფუძველზე. (ერთ-ერთი ამ მეთოდთაგანი - Voptint რეალიზებული იყო მატლაბის სივრცეში, შესაბამის დაპროგრამების ენაზე).

განზოგადებულ ალგორითმს აქვს სახე:

ბიჯი 1. გმპ მიეკუთვნება გმპI ტიპს - გადასვლა ბიჯზე 2.,
გმპII-ს - შერჩევა მეთოდი [4] და გადასვლა ბიჯზე 5;

ბიჯი 2. გმპ-ს შეუძლია წარმოადგინოს ინფორმაცია კრიტერიუმთა დასაშვებ დონეებზე

- მეთოდი [5], გადასვლა ბიჯზე 5.

არა - გადასვლა ბიჯზე 3;

ბიჯი 3. გმპ-ს შეუძლია წარმოადგინოს ინფორმაცია კრიტერიუმთა რანჟირებაზე - მეთოდი [6]

არა - გადასვლა ბიჯზე 4

ბიჯი 4. მეთოდი [7] გადასვლა ბიჯზე 5

ბიჯი 5. გმპ კმაყოფილია შედეგით - დასრულება

არა- გადასვლა ბიჯზე 6.

ბიჯი 6. მეთოდი [8], კმაყოფილია შედეგით- დასასრული

არა - მეთოდი [1], გადასვლა ბიჯზე 7.

ბიჯი 7. კმაყოფილია შედეგით - დასასრული

არა - გადასვლა ბიჯზე 2.

სადაც: გმპI- არის გადაწყვეტილების მიმღები პირი, რომელიც წარმოადგენს ექსპერტს იმ დარგში, რომელსაც განეკუთვნება ამოცანა, გმპII - პირი არ არის ექსპერტი აღნიშნულ დარგში და იცნობს მხოლოდ მათემატიკურ მოდელს.

ქვემიმართულება II.2.

სამწლიანი კვლევის საბოლოო მიზანი არის კომპიუტერული თამაშის შექმნა სახელწოდებით „მსროლელთა ბრძოლა“. ამ ბრძოლაში მონაწილეობს მსროლელთა ორი გუნდი, თითოეული ცდილობს მეორის განადგურებას. ბრძოლის ყოველ რაუნდში ორივე გუნდის წევრები წყვეტენ თავისი გუნდის რომელი მსროლელი რომელს დაუმინებებს და ერთდროულად ახორციელებენ თითო გასროლას. ბრძოლის ყველა მონაწილისთვის ცნობილია ყველა მსროლელის ოსტატობის ხარისხი, რომელიც გამოიხატება სამიზნეში მოხვედრის ინდივიდუალურ ალბათობებში. თუ რაუნდის შედეგად ორივე გუნდში დარჩა მოქმედი მსროლელი, მაშინ ინიშნება მორიგი რაუნდი. რაუნდები გრძელდება, სანამ რომელიმე გუნდი სრულიად არ განადგურდება. გუნდი ითვლება გამარჯვებულად, თუ მისი ერთი მაინც წევრი არის გადარჩენილი, ურთიერთგანადგურების შემთხვევაში ფიქსირდება ფრე. ორივე გუნდი ცდილობს როგორც მოგების ალბათობის მაქსიმიზაციას, ასევე წაგების ალბათობის მინიმიზაციას. ერთი შეხედვით ეს ორი მიზანი ერთმანეთისგან არ განსხვავდება, მაგრამ ეგრე არ არის, იმიტომ რომ ფრეც არის შესაძლებელი.

თამაშის მონაწილეებს შემდეგი მკაფიო მიზანი დავუსახეთ: მოახდინონ თავისი მოგებისა და წაგების ალბათობების სხვაობის მაქსიმიზაცია. თამაშის შემდეგი ვარიანტი შეირჩა: მოთამაშე ადამიანი vs კომპიუტერი. კომპიუტერი სარგებლობს ადრე შექმნილი ოპტიმალური სტრატეგიის ალგორითმით (იხილეთ ლიტერატურა). საანგარიშო პერიოდის განმავლობაში მიმდინარეობდა შერჩეული ვარიანტის დახვეწა.

იმისათვის, რომ „მსროლელთა ბრძოლებში“ მონაწილე ორივე მხარე (მოთამაშე და კომპიუტერი) იყოს თანასწორ პირობებში, ბრძოლების გამართვა იმართება წყვილ-წყვილად, ანუ ერთდროულად უნდა გაიმართოს ორი ბრძოლა, გუნდების სიმეტრიული შემადგენლობით. სახელდობრ, თუ წყვილის პირველ ბრძოლაში მონაწილეობს მიზანში მოხვედრის კონკრეტული ალბათობების მქონე მსროლელების ორი გუნდი და მოთამაშე პირველ გუნდს მართავს, წყვილის მეორე (პარალელურ) ბრძოლაში ის უკვე მეორე გუნდს ხელმძღვანელობს.

ფენომენი მდგომარეობს იმაში, რომ მოცემულ ბრძოლაში მოთამაშეების აბსოლუტური უმრავლესობა თავისი გუნდის ლიდერისთვის სამიზნედ ირჩევს მოწინააღმდეგე გუნდის ლიდერს, ანუ მათი შერჩეული ხუთეულები იწყება 1-ით, რაც არაა ოპტიმალური არჩევანი. ცხადია, რომ ხსენებული არაოპტიმალობა დაფარულია თამაშის შემთხვევითი ხასიათის გამო, და რომ ამ არაოპტიმალობის გამოვლენას სჭირდება ბრძოლების დიდი რაოდენობა. ეს კი, ჩვენი აზრით, არის ის ფაქტორი, რომელმაც ადამიანები თამაშში უნდა ჩაითრიოს.

კოდის შედგენისას გამოიყენებული იქნა ე.წ. „ნიღბების“ ტექნოლოგია, რამაც ადრე დაწერილი კოდი მკვეთრად გააუმჯობესა. შედეგად, კოდი C++ ენაზე დამოკლდა 907-დან 307 ბრძანებამდე.

ანგარიშის ბოლოს მოვიყვანთ ორ ფორმულას, რომელსაც ჩვენ კვლევაში აქტიურად ვიყენებთ:

$$n^n = A(n,1)S(n,1) + A(n,2)S(n,2) + \dots + A(n,n)S(n,n),$$

$$B(n) = S(n,1) + S(n,2) + \dots + S(n,n),$$

სადაც A არის წყობათა რაოდენობა, S - სტირლინგის მეორე გვარის რიცხვები, ხოლო B - ბელის რიცხვები.

ლიტერატურა

1. Н.И. Самойленко, А.А. Кобец. Транспортные системы большой размерности. Из-во, “НТМТ”, Харьков, 2010.
2. А. Кофман, А. Анри-Лабордер. Методы и модели исследования операций. Из-во “Мир”, Москва, 1977.
3. Kirtiwant P Ghadle, Yogesh M Muley. Travelling Salesman Problem with MATLAB Programming. International Journal of Advances in Applied Mathematics and Mechanics, p.258-266, 2015.
4. NIMBUS <https://www.nimbus.it.jyu.fi/> (ავტორი Miettinen K.)
5. ნკილასონია. ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის ერთი ალგორითმის შესახებ, რომელიც იყენებს ინფორმაციას კრიტერიუმთა დასაშვებ დონეებზე. მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული 68-70, 7. 2003
6. Н.А. Киласония. Об одном алгоритме решения задачи векторной оптимизации при ранжируемых критериях. - Сообщ.АН Грузии 152,1. 1995
7. ნკილასონია ამონახსნის არაინტერაქტიული შეფასების შესახებ ვექტორული ოპტიმიზაციის იტერაციულ მეთოდში. მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული 39-42, 17. 2013
8. M. Salukvadze, N. Kilasonia. On an Example of Using M-Programming in Multicriteria Optimization – Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 172, 3, 2005.
9. В. Хуцишвили. Проблема выбора целей противоборствующими командами стрелков. Сборник трудов Института Систем Управления Арчила Элиашвили Грузинского Технического Университета, № 19, стр. 21-25, 2015.
10. ვ. ხუციშვილი. ვექტორული კრიტერიუმი ოპტიმიზაციისა და თამაშთა თეორიის ზოგიერთ ამოცანაში. მსროლელთა გუნდების ბრძოლა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომების კრებული. № 21, გვ. 26-31, 2017.
11. В. Хуцишвили, Г.Котлашвили. Проблема количества стрелков в стратегической игре выбора целей. Сборник трудов Института Систем Управления Арчила Элиашвили Грузинского Технического Университета, № 22, стр. 26-31, 2018.
12. В. Хуцишвили. Два критерия оптимальности в стратегической игре „Бой стрелков“. Сборник трудов Института Систем Управления Арчила Элиашвили Грузинского Технического Университета, № 24, стр. 14-17, 2020.

3. შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

3.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

3.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

დასრულებული კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

4.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

4.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა, პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

დასრულებული კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

5. პატენტები (არსებობის შემთხვევაში):

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

საპატენტო თემატიკის სათაური; გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები; პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

5.2. ეროვნული პატენტები

საპატენტო თემატიკის სათაური; გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები; პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

ავტორი/ავტორები; მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

6.2. სახელმძღვანელოები

ავტორი/ავტორები; სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

6.3. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI (არსებობის შემთხვევაში); ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1. B. Shanshiashvili. Identification of closed-loop nonlinear systems using a nonlinear model with linear feedback. Archil Eliashvili Institute of Control Systems of the Georgian Technical University. Proceedings, № 27. Tbilisi. 2023, pp. 14-21. DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>.

2. B. Shanshiashvili. Identification of Closed-Loop Nonlinear Systems Using One Class of Block-Oriented Models. Articles of the International Scientific-Practical Conference “Modern Challenges and Achievements Of Information And Communication Technologies” – 2023. (Georgia, Tbilisi, 12-13 October 2023), pp.145-153. (in print).

3. ქ. კუთხაშვილი, დისკრეტული ოპტიმიზაციის ერთი დინამიური ამოცანის შესახებ. სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 27. თბილისი, 2023წ. გვ. 22-26. DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765.bnm>

4. დ. ცინცაძე, ქ.ომიძე, ნ. დადიანი. ოპტიმალური მართვის ამოცანა საფრენი აპარატის მაგალითზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 27. თბილისი, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>.

5. Dali Sikharulidze, Nugzar Dadiani, One Transportation Problem Solving Algorithm. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 27. თბილისი, 2023. გვ. 27-30. DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. განხილულია უკუკავშირიანი არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა სიხშირულ არეში სისტემის შემავალი ჰარმონიული ზემოქმედებისას. სისტემა წარმოდგენილია არაწრფივი მოდელით წრფივი უკუკავშირით, რომლის არაწრფივი ელემენტი აღიწერება მეორე ხარისხის პოლინომიური ფუნქციით, ხოლო წრფივი ელემენტი - ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებით, ასეთი სისტემების ფუნქციონირების თავისებურებების გათვალისწინებით. პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის ამოხსნა უმცირესი კვადრატების მეთოდით დაყვანილია ალგებრული განტოლებების ამოხსნამდე. იდენტიფიკაციის მეთოდი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ სტატისტიკური მახასიათებლები სტაციონარულ მდგომარეობაში, ხოლო დინამიური მახასიათებლები დამყარებულ მდგომარეობაში ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით. პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდი გამოკვლეულია სიზუსტის თვალსაზრისით.

2. განხილულია უკუკავშირიანი არაწრფივი სისტემების სტრუქტურისა და პარამეტრების იდენტიფიკაციის ამოცანები სიხშირულ არეში უწყვეტ ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების სიმრავლეზე, რომელთა ელემენტებია წრფივი მოდელი არაწრფივი უკუკავშირით და არაწრფივი მოდელი წრფივი უკუკავშირით. დადებითი უკუკავშირიანი არაწრფივი საწარმოო სისტემების მახასიათებლების გათვალისწინებით, ნაშრომში იგულისხმება, რომ ამ მოდელების წრფივი ელემენტი აღიწერება ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებით, ხოლო არაწრფივი ელემენტი - მეორე ხარისხის პოლინომიური ფუნქციით. სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანა გაწყვეტილია დამყარებულ მდგომარეობაში სისტემის შემავალ და გამომავალ ცვლადებზე დაკვირვებების საფუძველზე შემავალი ჰარმონიული ზემოქმედებისას. პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის ამოხსნა დაიყვანება ალგებრული განტოლებების ამოხსნამდე ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით. იდენტიფიკაციის მეთოდი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ სტატისტიკური მახასიათებლები სტაციონარულ მდგომარეობაში, ხოლო დინამიკური მახასიათებლები დამყარებულ მდგომარეობაში, უმცირესი კვადრატების მეთოდის გამოყენების საფუძველზე. იდენტიფიკაციის მეთოდები გამოკვლეულია სიზუსტის თვალსაზრისით თეორიული ანალიზისა და კომპიუტერული მოდელირების საშუალებით.

3. მრავალი წარმატებული კომპანიის გამოცდილების მაგალითზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ უძლიერესი კონკურენციის პირობებში ეკონომიკური და საწარმოო საქმიანობის დაგეგმვა არის მათი გადარჩენის, ეკონომიკური ზრდისა და კეთილდღეობის უმნიშვნელოვანესი პირობა. ტექნოლოგიების განვითარებამ ხელი შეუწყო მონაცემებისა და ინფორმაციის დიდი ნაკადების დამუშავებას. ეკონომიკური ამოცანების უდიდესი რაოდენობა ეყრდნობა ისეთ მონაცემებს, რომლებიც დისკრეტული ბუნებისაა და ძალიან ხშირად არასტაბილურია, რაც იმას ნიშნავს, რომ მონაცემები დაგეგმვის პროცესში შეიძლება შეიცვალოს. ამ ნაშრომში შემოთავაზებულია დაგეგმვის ერთი დინამიური ამოცანის გადაჭრის ალგორითმი. შემოთავაზებული ალგორითმის ასაგებად გამოყენებულია გრაფთა თეორიის მეთოდის მოდიფიცირებული ვერსია, რაც შტოებისა და საზღვრების მეთოდის სახელწოდებითაა ცნობილი და აგრეთვე დინამიური დაპროგრამების მეთოდი.

4. სტატიაში წარმოდგენილია ოპტიმალური მართვის სისტემის სქემა დინამიკური პროცესებისათვის. მასში შემავალი ელემენტები ერთმანეთთან დაკავშირებულნი არიან ინფორმაციული ზემოქმედებით და წარმოადგენს ოპტიმალური მართვის სინთეზის ამოცანის მათემატიკურ აღწერას. მართვის ობიექტის მოდელის სახით განხილულია საფრენი აპარატის მოძრაობის განტოლება. საბოლოო სახით ეს განტოლება წარმოდგენილია ვექტორული სახით (პროექციით კოორდინატთა სისტემის ღერძებზე). მიღებული შედეგის გამოყენებით სტატიაში დასმულია ფაზური სივრცის მოცემულ წერტილში სა-ს

მინიმალურ დროში მიყვანის ამოცანა, კერძოდ განსაზღვრულია მართვაზე შეზღუდვების და ოპტიმალურობის კრიტერიუმის გამომსახველი ფორმულები.

5. ნაშრომში განიხილება საწყობების ქსელიდან საწარმოში საჭირო რაოდენობის გარკვეული პროდუქტის უმოკლესი გზით მიტანის ამოცანა. ცალკეულ საწყობებში პროდუქტის რაოდენობა საკმარისი არ არის. საწარმოს მომმარაგებელს შეუძლია მხოლოდ ერთხელ მოხვდეს თითოეულ საწყობში და შემდეგ ბრუნდება უკან საწარმოში, მას უწევს რამდენიმე საწყობში მისვლა, რომ შეაგროვოს პროდუქტის საჭირო რაოდენობა. ეს არის კომბინატორული ამოცანა. რადგან ამოცანის განზომილების ზრდასთან ერთად გამოთვლების რაოდენობა საგრძნობლად იზრდება, შემუშავებულია ალგორითმი, რომელიც შედარებით შეამცირებს გამოთვლების რაოდენობას. ალგორითმი იყენებს MATLAB-ის ან EXCEL-ის სპეციალურ ფუნქციებს შესაძლო ვარიანტების გენერირებისა და თითოეულ ბიჯზე მიღებული კომივოიაჟორის ამოცანის ამოსახსნელად. საბოლოო გადაწყვეტილებას გამოთვლების შედეგების საფუძველზე იღებს გმპ (გადაწყვეტილების მიმღები პირი).

6.4. სტატიები ჟურნალის/კრებულის ISSN-ის მითითებით

1. B. Shanshiashvili. Identification of closed-loop nonlinear systems using a nonlinear model with linear feedback. Archil Eliashvili Institute of Control Systems of the Georgian Technical University. Proceedings, № 27. Tbilisi. 2023, pp. 14-21. ISSN 0135-0765.

2. B. Shanshiashvili. Identification of Closed-Loop Nonlinear Systems Using One Class of Block-Oriented Models. Articles of the International Scientific-Practical Conference “Modern Challenges and Achievements Of Information And Communication Technologies” – 2023. (Georgia, Tbilisi, 12-13 October 2023), pp.145-153. (in print).

3. ქ. კუთხაშვილი, დისკრეტული ოპტიმიზაციის ერთი დინამიური ამოცანის შესახებ. სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 27. თბილისი, 2023წ. გვ. 22-26. ISSN 0135-0765.

4. დ. ცინცაძე, ქ.ომიაძე, ნ. დადიანი. ოპტიმალური მართვის ამოცანა საფრენი აპარატის მაგალითზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 27. თბილისი, 2023. ISSN 0135-0765.

5. Dali Sikharulidze, Nugzar Dadiani, One Transportation Problem Solving Algorithm. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 27. თბილისი, 2023. გვ. 27-30. ISSN 0135-0765.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. განხილულია უკუკავშირიანი არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა სიხშირულ არეში სისტემის შემავალი ჰარმონიული ზემოქმედებისას. სისტემა წარმოდგენილია არაწრფივი მოდელით წრფივი უკუკავშირით, რომლის არაწრფივი ელემენტი აღიწერება მეორე ხარისხის პოლინომიური ფუნქციით, ხოლო წრფივი ელემენტი - ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებით, ასეთი სისტემების ფუნქციონირების თავისებურებების გათვალისწინებით. პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის ამოხსნა უმცირესი კვადრატების მეთოდით დაყვანილია ალგებრული განტოლებების ამოხსნამდე. იდენტიფიკაციის მეთოდი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ სტატიკური მახასიათებლები სტაციონარულ მდგომარეობაში, ხოლო დინამიური მახასიათებლები დამყარებულ მდგომარეობაში ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით. პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდი გამოკვლეულია სიზუსტის თვალსაზრისით.

2. განხილულია უკუკავშირიანი არაწრფივი სისტემების სტრუქტურისა და პარამეტრების იდენტიფიკაციის ამოცანები სიხშირულ არეში უწყვეტ ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების სიმრავლეზე, რომელთა ელემენტებია წრფივი მოდელი არაწრფივი უკუკავშირით და არაწრფივი მოდელი წრფივი უკუკავშირით. დადებითი უკუკავშირიანი არაწრფივი საწარმოო სისტემების მახასიათებლების გათვალისწინებით, ნაშრომში იგულისხმება, რომ ამ მოდელების წრფივი ელემენტი აღიწერება ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებით, ხოლო არაწრფივი ელემენტი - მეორე ხარისხის პოლინომიური ფუნქციით. სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანა გაწყვეტილია

დამყარებულ მდგომარეობაში სისტემის შემავალ და გამომავალ ცვლადებზე დაკვირვებების საფუძველზე შემავალი ჰარმონიული ზემოქმედებებისას. პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის ამოხსნა დაიყვანება ალგებრული განტოლებების ამონახსნამდე ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით. იდენტიფიკაციის მეთოდი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ სტატიკური მახასიათებლები სტაციონარულ მდგომარეობაში, ხოლო დინამიკური მახასიათებლები დამყარებულ მდგომარეობაში, უმცირესი კვადრატების მეთოდის გამოყენების საფუძველზე. იდენტიფიკაციის მეთოდები გამოკვლეულია სიზუსტის თვალსაზრისით თეორიული ანალიზისა და კომპიუტერული მოდელირების საშუალებით.

3. მრავალი წარმატებული კომპანიის გამოცდილების მაგალითზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ უძლიერესი კონკურენციის პირობებში ეკონომიკური და საწარმოო საქმიანობის დაგეგმვა არის მათი გადარჩენის, ეკონომიკური ზრდისა და კეთილდღეობის უმნიშვნელოვანესი პირობა. ტექნოლოგიების განვითარებამ ხელი შეუწყო მონაცემებისა და ინფორმაციის დიდი ნაკადების დამუშავებას. ეკონომიკური ამოცანების უდიდესი რაოდენობა ეყრდნობა ისეთ მონაცემებს, რომლებიც დისკრეტული ბუნებისაა და ძალიან ხშირად არასტაბილურია, რაც იმას ნიშნავს, რომ მონაცემები დაგეგმვის პროცესში შეიძლება შეიცვალოს. ამ ნაშრომში შემოთავაზებულია დაგეგმვის ერთი დინამიური ამოცანის გადაჭრის ალგორითმი. შემოთავაზებული ალგორითმის ასაგებად გამოყენებულია გრაფთა თეორიის მეთოდის მოდიფიცირებული ვერსია, რაც შტოებისა და საზღვრების მეთოდის სახელწოდებითაა ცნობილი და აგრეთვე დინამიური დაპროგრამების მეთოდი.

4. სტატიაში წარმოდგენილია ოპტიმალური მართვის სისტემის სქემა დინამიკური პროცესებისათვის. მასში შემავალი ელემენტები ერთმანეთთან დაკავშირებულნი არიან ინფორმაციული ზემოქმედებით და წარმოდგენს ოპტიმალური მართვის სინთეზის ამოცანის მათემატიკურ აღწერას. მართვის ობიექტის მოდელის სახით განხილულია საფრენი აპარატის მოძრაობის განტოლება. საბოლოო სახით ეს განტოლება წარმოდგენილია ვექტორული სახით (პროექციით კოორდინატთა სისტემის ღერძებზე). მიღებული შედეგის გამოყენებით სტატიაში დასმულია ფაზური სივრცის მოცემულ წერტილში სა-ს მინიმალურ დროში მიყვანის ამოცანა, კერძოდ განსაზღვრულია მართვაზე შეზღუდვების და ოპტიმალურობის კრიტერიუმის გამომსახველი ფორმულები.

5. ნაშრომში განიხილება საწყობების ქსელიდან საწარმოში საჭირო რაოდენობის გარკვეული პროდუქტის უმოკლესი გზით მიტანის ამოცანა. ცალკეულ საწყობებში პროდუქტის რაოდენობა საკმარისი არ არის. საწარმოს მომმარაგებელს შეუძლია მხოლოდ ერთხელ მოხვდეს თითოეულ საწყობში და შემდეგ ბრუნდება უკან საწარმოში, მას უწევს რამდენიმე საწყობში მისვლა, რომ შეაგროვოს პროდუქტის საჭირო რაოდენობა. ეს არის კომბინატორული ამოცანა. რადგან ამოცანის განზომილების ზრდასთან ერთად გამოთვლების რაოდენობა საგრძნობლად იზრდება, შემუშავებულია ალგორითმი, რომელიც შედარებით შეამცირებს გამოთვლების რაოდენობას. ალგორითმი იყენებს MATLAB-ის ან EXCEL-ის სპეციალურ ფუნქციებს შესაძლო ვარიანტების გენერირებისა და თითოეულ ბიჯზე მიღებული კომბინაციის ამოცანის ამოხსნის ნაბიჯად. საბოლოო გადაწყვეტილებას გამოთვლების შედეგების საფუძველზე იღებს გმპ (გადაწყვეტილების მიმღები პირი).

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

ავტორი/ავტორები; მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1.

2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

7.2. სახელმძღვანელოები

ავტორი/ავტორები; სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

7.3. სტატიები

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI; ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი ISSN-ის მითითებით; გვერდების რაოდენობა

1. B. Shanshiashvili. Parameter Identification of One Class of Nonlinear Systems Using Hammerstein Model with Feedback. Proceedings of the V International Conference “Problems of Cybernetics and Informatics” PCI’ 2023. (Baku, Azerbaijan, August 28-30, 2023) (in print).

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. განხილულია დადებითი უკუკავშირით ფუნქციონირებადი, არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა ერთეული უკუკავშირის, უწყვეტი ჰამერშტეინის მოდელის გამოყენებით. შემოთავაზებულია პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია სისტემის შემავალ და გამომავალ ცვლადებზე შემავალ ჰარმონიულ ზემოქმედებაზე დაკვირვების საფუძველზე დამყარებულ მდგომარეობაში. პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტა ხორციელდება უმცირესი კვადრატების მეთოდით. იდენტიფიკაციის ალგორითმი გამოკვლეულია როგორც თეორიული ანალიზის, ასევე კომპიუტერული მოდელირების საშუალებით.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

მომხსენებელი/მომხსენებლები; მოხსენების სათაური; ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. B. Shanshiashvili. Identification of Closed-Loop Nonlinear Systems Using One Class of Block-Oriented Models. International Scientific-Practical Conference “Modern Challenges and Achievements Of Information And Communication Technologies” – 2023. (Georgia, Tbilisi, 12-13 October 2023).
2. K. Kutkhashvili, On a mathematical model of a single dynamic problem of discrete optimization, XIII International Conference of the Georgian Mathematical Union, (Georgia, Batumi, September 4 – 9, 2023).

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში ან სხვა გამოცემაში არ გამოქვეყნებულა)

8. 2. უცხოეთში

მომხსენებელი/მომხსენებლები; მოხსენების სათაური; ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. B. Shanshiashvili. Parameter Identification of One Class of Nonlinear Systems Using Hammerstein Model with Feedback. V International Conference “Problems of Cybernetics and Informatics” PCI’ 2023. (Baku, Azerbaijan, August 28-30, 2023).

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში ან სხვა გამოცემაში არ გამოქვეყნებულა)

ინფორმაციის გარდაქმნის პრობლემების განყოფილება

1. **პროექტის დასახელება:** ინფორმაციის გარდაქმნის მოწყობილობების და სისტემების დამუშავება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.

მეცნიერების დარგი და სამეცნიერო მიმართულებები:

ინჟინერია და ტექნოლოგიები (ავტომატიზაცია და მართვის სისტემები, რობოტ-ტექნიკა და ავტომატური მართვა); ტექნიკური კიბერნეტიკა; მეტროლოგია; ენერგეტიკა (ენერგოდაზოგვა, განახლებადი ენერგორესურსები).

პროექტის დაწყების წელი: 2021

პროექტის დამთავრების წელი: 2023

2) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. დავით ფურცხვანიძე, განყოფილების უფროსი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი - პროექტის ხელმძღვანელი
2. ნუგზარ ყავლაშვილი, მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი - ძირითადი შემსრულებელი
3. ნოდარ მირიანაშვილი, მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი - ამოცანა 3-ის ხელმძღვანელი
4. ზაქარია ბუაჩიძე, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
5. ოთარ ქართველიშვილი, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
6. ლევან გვარამაძე, მეცნიერ თანამშრომელი - ამოცანა 1-ის ხელმძღვანელი
7. მაია ცერცვაძე, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
8. ვერიკო ბახტაძე, მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
9. ქეთევან კვირიკაშვილი, მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
10. პანაიოტ სტავრიანიძე, მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
11. გიორგი კიკნაძე, ინჟინერი - შემსრულებელი
12. თამარ ხუციშვილი, ინჟინერი - შემსრულებელი
13. ნოდარ გგელიშვილი, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
14. ვენერა ხათაშვილი, ინჟინერი - შემსრულებელი

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. **პროექტის დასახელება:**

ინფორმაციის გარდაქმნის მოწყობილობების და სისტემების დამუშავება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.

მეცნიერების დარგი და სამეცნიერო მიმართულებები:

ინჟინერია და ტექნოლოგიები (ავტომატიზაცია და მართვის სისტემები, რობოტ-ტექნიკა და ავტომატური მართვა); ტექნიკური კიბერნეტიკა; მეტროლოგია; ენერგეტიკა (ენერგოდაზოგვა, განახლებადი ენერგორესურსები).

პროექტის დაწყების წელი: 2021

პროექტის დამთავრების წელი: 2023

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. დავით ფურცხვანიძე, განყოფილების უფროსი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი - პროექტის ხელმძღვანელი
2. ნუგზარ ყავლაშვილი, მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი - ძირითადი შემსრულებელი
3. ნოდარ მირიანაშვილი, მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი - ამოცანა 3-ის ხელმძღვანელი
4. ზაქარია ბუაჩიძე, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
5. ოთარ ქართველიშვილი, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
6. ლევან გვარამაძე, მეცნიერ თანამშრომელი - ამოცანა 1-ის ხელმძღვანელი
7. მაია ცერცვაძე, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
8. ვერიკო ბახტაძე, მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
9. ქეთევან კვირიკაშვილი, მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
10. პანაიოტ სტავრიანიძე, მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
11. გიორგი კიკნაძე, ინჟინერი - შემსრულებელი
12. თამარ ხუციშვილი, ინჟინერი - შემსრულებელი
13. ნოდარ გპელიშვილი, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
14. ვენერა ხათაშვილი, ინჟინერი - შემსრულებელი

დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

ამოცანა 1.

მცირე გაბარიტებიანი წვეთოვანი მორწყვის ავტომატიზირებული სისტემის დამუშავება სარწყავი წყლის შეზღუდული რესურსის პირობებში კლიმატური პირობების გათვალისწინებით.

თეორიული შედეგები:

1. შესწავილილ იქნა სისტემის მართვის ალგორითმში საჭირო კორექტივების შეტანის აუცილებლობა მისი წყლის შეზღუდული რესურსით უზრუნველყოფის პირობებში, რათა შენარჩუნებულ იქნას მართვის ხარისხის მისაღები დონე. დადგინდა ამ კორექციის შეტანის რაოდენობრივი მექანიზმები.
2. სისტემის დამუშავების პროცესში გამოყენებულ იქნა მართვის კომბინირებული მეთოდები (პირდაპირი მართვა, მართვა უკუკავშირით), რამაც საშუალება მოგვცა სისტემაში დაგეგმვალანსირებინა დროში შედარებით სწრაფი და ნელი პროცესების ერთობლიობა. ასეთი მიდგომა საშუალებას გვაძლევს შევამციროთ სამართი პარამეტრის რხევითი ცვლილების ალბათობა, რაც მთლიანობაში დადებით გავლენას ახდენს მართვის პროცესის ოპტიმალურად წარმართვაზე.
3. სისტემის პროექტს საფუძვლად დაედო ერთგვაროვანი არხებისაგან შედგენილი სტრუქტურა. ეს აადვილებს ცალკეული არხების პროგრამული უზრუნველყოფის დამუშავებას და გვაძლევს საშუალებას მარტივად გადავწყვიტოთ რეზერვირების საკითხები რომელიმე არხის აპარატურის მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევაში.
4. შემოტანილია აღმშფოთი ზემოქმედების შეფასების კოეფიციენტის მცნება, რომელიც რაოდენობრივად ასახავს ობიექტზე მოქმედი აღმშფოთი ზემოქმედების ჯამურ გავლენას. კოეფიციენტი გამოიყენება სისტემის მართვის პროცესში სამართი ზემოქმედების ფორმირების დროს.

პრაქტიკული შედეგები:

1. პროექტირების პროცესის გამარტივებისათვის შეთავაზებულია ნახევრად ნატურული მოდელირების მეთოდი. ასეთი მიდგომა საშუალებას იძლევა მარტივად გადავიდეთ სისტემის ცალკეული ნაწილების თეორიული შეთავაზებიდან და მათემატიკური მოდელირების

- გამოყენებიდან სისტემის ცალკეული ბლოკების რეალურ პროექტირებაზე, მათ გამართვაზე და მათი სტრუქტურის და პარამეტრების თანმიმდევრულ კორექციაზე.
2. დამუშავდა და შეიქმნა სისტემის ცალკეული კვანძები, რომლებიც განკუთვნილია სახასიათო აღმშფოთი ზემოქმედების რაოდენობრივი შეფასებისათვის.
 3. ნახევრად ნატურული მოდელირების საშუალებით, პროექტირების ადრეულ ეტაპებზე, შესაძლებელია მარტივად მოვახდინოთ სისტემის ადაპტაცია დამკვეთის სხვადასხვა მოთხოვნებთან (სხვადასხვა განფენილობის ფართობზე, ნაკვეთში სხვადასხვა აგროკულტურების გამოყენება, კონკრეტული ბუნებრივი პირობების გათალისწინება, დამკვეთის ეკონომიური შესაძლებლობები) და გავცეთ შესაბამისი რეკომენდაციები.
 4. შესრულებული კვლევის საფუძველზე დამუშავებული იქნა მცენარეთა ავტომატური მორწყვის სასტემა ამჟამად პოპულარულ მიკროკონტროლერების ბაზაზე. ასეთი სისტემები ანხორციელებენ მორწყვის რეჟიმის მართვას, რაც მდგომარეობს მცენარისთვის წყლის მიწოდებაში სხვადასხვა ინტერვალთა და ხანგრძლივობით, დამოკიდებული მთელ რიგ პარამეტრზე. ნაწილი ამ პარამეტრებისა უშუალოდ მიეწოდება სისტემას სენსორებიდან, სხვა ნაწილი კი, მისი შესრულების სირთულის გამო მოითხოვს მიწოდებას დისტანციურად. ნაშრომში ამ მიზნით გამოყენებულია გადაცემა ოპერატორის მიერ მობილური ტელეფონით, უკაბელო კავშირის საშუალებით. შესრულებული სამუშაოს შედეგად რეკომენდებულია ავტომატური მორწყვის სისტემის სტრუქტურა, ფუნქციონირების ალგორითმი და ცალკეული ბლოკის პროგრამული უზრუნველყოფა.

ამოცანა 2.

მრავალფუნქციური რობოტი და მისი მართვის სისტემის აგების პრინციპების დამუშავება. შეიქმნება მობილური რობოტებისთვის ელექტროძრავების მართვის შესაძლო ალგორითმები.

მობილური რობოტების ელექტრული ამძრავების მოძრაობის მართვის საიმედო ალგორითმი ფუნდამენტურია წარმატებული მუშაობისთვის. გარდა თეორიული მნიშვნელობისა, მობილური ბორბლიანი რობოტების მოძრაობის მართვის პრობლემები ბოლო დროს სულ უფრო მნიშვნელოვანია ტექნიკისა და ტექნოლოგიის სხვადასხვა დარგში.

ამ შემთხვევაში გადასაჭრელი ამოცანების დიაპაზონი ძალიან ფართო აღმოჩნდა, სათამაშო რობოტების შექმნის ამოცანებიდან უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სპეციალურ ამოცანებამდე. რობოტების მოძრაობის მახასიათებლებისადმი მაღალი მოთხოვნები საჭიროებს მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელირების საშუალებების გამოყენებას მართვის ალგორითმების სინთეზის ყველა ეტაპზე. ამიტომ, ამ სფეროში კვლევა აქტუალური ამოცანაა.

პროექტის არსი მდგომარეობს მობილური რობოტის მოძრაობის ალგორითმის შემუშავებაში, დაბრკოლებათა თავის არიდების შესაძლებლობის გათვალისწინებით.

მართვის პანელები შეიძლება შეიცვალოს უფრო მრავალმხრივი მოწყობილობებით - სმარტფონებით. მიკროელექტრონიკის განვითარების გამო, სმარტფონები თანამედროვე მსოფლიოში ერთ-ერთი ყველაზე პოპულარული მოწყობილობა გახდნენ. ასეთი პოპულარობა იწვევს იმ ფაქტს, რომ ყოველწლიურად ისინი მილიარდობით პარტიად იყიდება, რაც საშუალებას გვაძლევს ვთქვათ, რომ ისინი უკვე დიდი ხანია მობილური ტელეფონების შემცვლელი გახდნენ და ხელმისაწვდომია თითქმის ყველა ადამიანისთვის. მობილური ტექნოლოგიების მზარდი ბაზარი სმარტფონს აქცევს მომხმარებლის უნივერსალურ ასისტენტად, ინტერნეტში სხვადასხვა ფიზიკურ მოწყობილობებთან და სერვისებთან ურთიერთობისას. ამის საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ თანამედროვე სმარტფონები, და მხოლოდ სმარტფონები შესაფერისი უნივერსალური და მრავალფუნქციური დისტანციური მართვის მოწყობილობის როლისთვის.

სმარტფონები ახლა იმდენად სწრაფად ვითარდებიან, რომ ყოველ ექვს თვეში ერთხელ გამოდის სმარტფონის ახალი მოდელი უკეთესი სენსორებით, მეტი დამუშავების სიმძლავრით და უფრო სწრაფი კავშირით. სმარტფონების ამ განვითარებიდან რობოტ-ტექნიკას შეუძლია პირდაპირ ისარგებლოს არა მხოლოდ ცალკეული კომპონენტების დონეზე, არამედ უბრალოდ სმარტფონის გამოყენებით რობოტის ტვინის სახით.

მობილური რობოტის საჭირო განმეორებად გადაადგილებათა შესასრულებლად, ჯერ ვახდენთ მის წაყვანას ჯოისტიკის მეშვეობით. ხდება ამ მოძრაობათა ჩაწერა რობოტის მეხსიერებაში და შემდგომ იგი ახდენს ჩაწერილ მოძრაობათა განმეორებას. მაგრამ მხოლოდ მარჯვნივ, პირდაპირ ან მარცხნივ

მოხვევათა თანმიმდევრობის ჩაწერა საკმარისი არაა რობოტისათვის საჭირო ტრაექტორიაზე მოძრაობის გასამეორებლად.

კიდევაც რომ მოხდეს ცალკეული უბნის გავლის დროისა და სიჩქარის ჩაწერა, ეს ინფორმაცია მაინც არ იქნება საკმარისი მობილური რობოტის საჭირო ტრაექტორიაზე გადაადგილებისათვის, რადგან გარემოს მიერ შექმნილი გარეშე აღმშფოთი ზემოქმედებების გათვალისწინებაა აუცილებელი. მობილური რობოტი ჩაწერილი პროგრამით, დამოუკიდებლად გზის გავლისას, რომ არ ახდენდეს გზაზე დაკვირვებას და მოძრაობის კორექტირებას ის აუცილებლად აცდებოდა გზას. რომ მოხდეს რობოტის სვლის კორექტირება, ამისთვის ჯოისტიკის ყოველ ბრძანებაზე ხდება სურათის გადაღება მობილური რობოტის წინ არსებული სცენისა, რობოტი ასრულებს პროგრამით მითითებული თითოეული ბრძანების შესრულებას და შემოწმებას შემდეგი სცენის სურათთან. რობოტი გადაადგილებისას ახდენს წინ მდებარე სცენაზე დაკვირვებას. როდესაც ხდება თანხვედრა ჩაწერილი სცენის სურათსა და მიმდინარე სცენას შორის, რობოტი გადადის მის მეხსიერებაში ჩაწერილი შემდეგი ბრძანების შესრულებაზე.

ამოცანა 3.

აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებისათვის ენერგოდამზოგი თბოსიცივით მომარაგების მოწყობილობათა შექმნა და გამოკვლევა თბური ტუმბოს დანადგარისა და მეორეული დაბალპოტენციური ენერგორესურსების გამოყენებით.

საქართველო მდებარეობს საკმაოდ მაღალი ინსოლაციის ზონაში (1400-1800 კვტ.სთ/მ².წ), რაც ქმნის ქვეყანაში მზის ენერგიის მაღალი ეფექტურობით გამოყენების პირობებს.

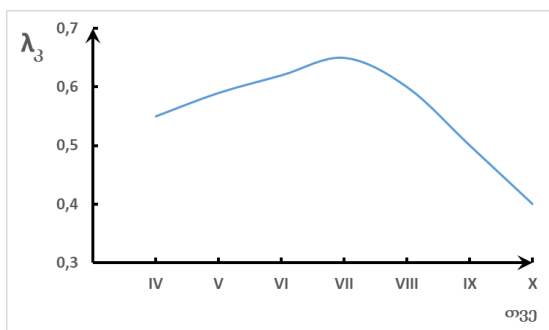
საქართველოში მზის თბური კოლექტორებით აღჭურვილი თბომომარაგების სისტემების ექსპლუატაციამ აჩვენა, რომ თბური ენერგიის წარმოებისა და მოხმარების დღე-ღამური გრაფიკები მნიშვნელოვნად არის ერთმანეთისაგან აცდენილი. სისტემის თბომწარმოებლურობის დაახლოებით 70% მოდის მოხმარების ან დაბალ, ანდა ნულოვან დატვირთვებზე.

ამდენად, თბომომარაგების სისტემის სრულფასოვანი და გამართული მუშაობის მიზნით ძალზე აქტუალური ხდება მზის ენერგიასთან, როგორც დაბალპოტენციურ განახლებად ენერგორესურსთან ერთად, ენერგოდამზოგი თბური ტუმბოს დანადგარის გამოყენების აუცილებლობა, რომლის საშუალებითაც მოხდება თბომომარაგების სისტემების მიერ მოთხოვნილი რეჟიმებისა და პარამეტრების სრული დაცვა.

ჩვენს მიერ დამუშავებულ იქნა თბოსიცივით მომარაგების სისტემა, რომელიც აღჭურვილია თბური ტუმბოთი და მზის თბური კოლექტორით, რომელიც გამოიყენება როგორც დაბალპოტენციური სითბოს წყარო. ეს არის „ჰაერი-წყალი“ ტიპის თბოსიცივით მომარაგების სისტემა. მას აქვს თბოგაცემის მცირე ფართი და ხასიათდება ენერგოეფექტურობის მაღალი მაჩვენებლით, რის შედეგადაც იზრდება თბოგადაცემის ეფექტურობა. მზის პანელის გაგრძელება ხდება თბური ტუმბოს საორთქლებლის საშუალებით.

ჰიბრიდული ტიპის თბოსიცივით მომარაგების სისტემის - თბური ტუმბო+მზის თბური კოლექტორი - გამოყენების შემთხვევაში, დანახარჯები გათბობაზე, ბუნებრივი აირით გათბობის სისტემის გამოყენებასთან შედარებით, მცირდება 4-ჯერ.

ადგილმდებარეობის მზის რადიაციის მნიშვნელობები განსაზღვრულ იქნა მზის რადიაციის თვის საშუალო ჯამური მაჩვენებლებისა და მზის ნათების ხანგრძლივობების მიხედვით. გაანგარიშებები ჩატარდა ქ.თბილისის პირობებისათვის, რომლის შედეგებიც მოყვანილია ნახაზზე.



მზის თბური კოლექტორის ეფექტურობის კოეფიციენტის λ_3 ცვალებადობის ხასიათი თვეების მიხედვით.

ჩატარებულმა ენერგოეკონომიკურმა გაანგარიშებებმა ცხადყო, რომ მზის ენერგიის გამოყენებით თბური ტუმბოს ბაზაზე მოქმედი თბოსიცივით მომარაგების სისტემის მიერ მოხმარებული პირველადი ენერგია 30-50%-ით ნაკლებია თბოსიცივით განცალკევებული (თბომომარაგება - მზის ენერგია + ორგანულ სათბობზე მომუშავე საქვაზე დანადგარით და სიცივით მომარაგება - სამაცივრო დანადგარით) სისტემის მიერ მოხმარებულ პირველად ენერგიასთან შედარებით.

3. შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

3.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

3.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

დასრულებული კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

4.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.

2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

4.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა, პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)

1.

2.

დასრულებული კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

5. პატენტები (არსებობის შემთხვევაში):

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

საპატენტო თემატიკის სათაური; გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები; პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1.

2.

5.2. ეროვნული პატენტები

საპატენტო თემატიკის სათაური; გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები; პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1.

2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

ავტორი/ავტორები; მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1.

2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

6.2. სახელმძღვანელოები

ავტორი/ავტორები; სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1.

2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

6.3. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI (არსებობის შემთხვევაში); ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1. ნუგზარ ყავლაშვილი, ოთარ ქართველიშვილი, ლევან გვარამაძე, ვერიკო ბახტაძე; მცენარეთა წვეთოვანი მორწყვის ავტომატური სისტემა დისტანციური მართვით; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N27; DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>; თბილისი, 2023, გამომცემლობა სტამბა „დამანი“, 7 გვ. (გვ. 45-51).
2. ნუგზარ ყავლაშვილი, ლევან გვარამაძე, პანაიოტ სტავრიანიძე, ვერიკო ბახტაძე; წვეთოვანი ავტომატური მორწყვის სისტემის არხების ტიპური სტრუქტურა; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N27; DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>; თბილისი, 2023, გამომცემლობა სტამბა „დამანი“, 7 გვ. (გვ. 52-58).
3. Archil Chirakadze, Zakaria Buachidze, Akaki Gigineishvili, Irakli Nadiradze; Analysis and forecasting of innovative opportunities and their main prospective; Proceedings of Archil Eliashvili Institute of Control Systems of the Georgian Technical University, N27; DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>; Tbilisi, 2023, Print house “Damani”, 5 p. (pp. 59-63).
4. ნოდარ მირიანაშვილი, ნათია არაბიძე, თეიმურაზ ბულია, ქეთევან კვირიკაშვილი, ფრიდონ მშვილდაძე; ლაბორატორიული დანიშნულების თბური ტუმბოს ექსპერიმენტული დანადგარი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N27; DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>; თბილისი, 2023, გამომცემლობა სტამბა „დამანი“, 5 გვ. (გვ. 76-80).
5. დავით ფურცხვანიძე, ნოდარ გგელიშვილი, ვერიკო ბახტაძე, ქეთევან კვირიკაშვილი; მობილური რობოტის დისტანციური მართვის სისტემები; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N27; DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>; თბილისი, 2023, გამომცემლობა სტამბა „დამანი“, 7 გვ. (გვ. 81-87).
6. მაია ცერცვაძე; 1832 წლის შეთქმულთა კრიპტოგრაფიის მეთოდი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N27; DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>; თბილისი, 2023, გამომცემლობა სტამბა „დამანი“, 8 გვ. (გვ. 136-143).
7. ნოდარ მირიანაშვილი, ვერიკო ბახტაძე; ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის გამოყენების პერსპექტივები ქვემო ქართლის რეგიონში; ჟურნალი „ბიზნეს-ინჟინერინგი“, N3-4; DOI: <https://doi.org/10.36073/1512-0538>; თბილისი, 2023, გამომცემლობა „დანი“, 3 გვ. (გვ. 247-249).
8. ნუგზარ ყავლაშვილი, ნოდარ მირიანაშვილი, ქეთევან კვირიკაშვილი; მზის თბური კოლექტორიანი თბური ტუმბოს თბოსიცივით მომარაგების სისტემა; ჟურნალი „ბიზნეს-ინჟინერინგი“, N3-4; DOI: <https://doi.org/10.36073/1512-0538>; თბილისი, 2023, გამომცემლობა „დანი“, 4 გვ. (გვ. 259-262).
9. დავით ფურცხვანიძე; ხელოვნური ინტელექტი მობილურ რობოტებში; ჟურნალი „ბიზნეს-ინჟინერინგი“, N3-4; DOI: <https://doi.org/10.36073/1512-0538>; თბილისი, 2023, გამომცემლობა „დანი“, 4 გვ. (გვ. 101-104).

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. მიმოხილულია წვეთოვანი მორწყვის არსებული სისტემები და განხორციელებულია მათი კლასიფიკაცია თვისობრივი განვითარების თვალსაზრისით. გამოკვეთილია სისტემის აგების თავისებურებები და მათ შორის არსებული განსხვავებები.

ჩვენს მიერ რეკომენდებულია მცენარეთა მორწყვის სისტემის სტრუქტურული სქემა მიკროპროცესორის ბაზაზე და მისი ფუნქციონირების პროგრამული რეალიზაცია, როცა სისტემის სამართი პარამეტრები ფორმირდება ორი ნაწილისაგან: ერთი ნაწილის ფორმირება ხორციელდება ნიადაგის ტენიანობის გაზომვის შედეგად, მეორე ნაწილი - სისტემაზე მოქმედი აღმშენებლისაგან.

აღნიშნული პარამეტრების ნაწილის მონაწილეობა მორწყვის რეჟიმის ფორმირებაში დაკავშირებულია გარკვეულ სიძნელებებთან, ამიტომ ისინი მონაწილეობენ მორწყვის რეჟიმის მართვაში არაცხადად, მაკორექტირებელი კოეფიციენტების სახით. მორწყვის სისტემიდან მიღებული პარამეტრების კონკრეტული მნიშვნელობების მიხედვით სისტემიდან დაცილებული ოპერატორის მიერ ნორმატიული დოკუმენტებიდან ამოკითხული კოეფიციენტები გადაეგზავნება მართვის სისტემას და მონაწილეობენ მორწყვის ხანგრძლივობის რეგულირებაში. მონაცემთა გადაცემა ოპერატორსა (მობილურ ტელეფონსა) და მორწყვის სისტემას შორის სრულდება უგამტარო კავშირით.

ნაშრომში განხილულია მცენარეთა მორწყვის ავტომატური მართვის სისტემაში დისტანციური მართვის ორგანიზაცია, ერთ-ერთი არსებული ტექნოლოგიის საშუალებით. წარმოდგენილია აპარატურული და პროგრამული კომპონენტების დაგეგმარების ძირითადი მომენტები და შემოთავაზებულია კონკრეტული რეკომენდაციები.

2. აღწერილია წვეთოვანი მორწყვის ავტომატური სისტემის შემადგენელი არხების ერთგვაროვანი სტრუქტურა. განხილულია მათი აპარატურული შემადგენლობის თავისებურებები, შეპირაპირების პრობლემები და ფუნქციონირების თავისებურებანი.

ნაჩვენებია, რომ ასეთი მიდგომის შემთხვევაში მარტივდება ცალკეული არხების ფუნქციის ადეკვატური პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნაც. კერძოდ, ამ შემთხვევაშიც შესაძლებელი ხდება ერთგვაროვნების პრინციპის გამოყენება.

შემოთავაზებული სისტემის დიზაინის მეთოდოლოგიის გამოყენება ამარტივებს სისტემის შექმნის პროცესს. კერძოდ, სტანდარტული მზა ბლოკების გამოყენებისა და ტიპური პროგრამული მოდულების შექმნის შედეგად მარტივდება სისტემის აწყობისა და გამართვის პროცესი.

3. ცნობილია, რომ ინოვაციური პოტენციალის ანალიზი და პროგნოზირება ემყარება შესაბამისი მაჩვენებლების და მათი კომბინაციების ცვლილების არსებულ კანონზომიერებებს. შესაბამისად, სარწმუნო ინოვაციური პროგნოზირებისთვის ფრიად მნიშვნელოვანია რელევანტური კომბინირებული ინდექსების შემუშავება და დროის გარკვეულ ინტერვალში მათი სტაბილურობის შეფასება. თანამედროვე ეტაპზე ქვეყნის თუ რეგიონის ინოვაციური პოტენციალის შეფასებისა და პროგნოზირებისთვის აღარ არის საკმარისი მხოლოდ ინოვაციის გლობალური ინდექსის (GII) გამოყენება და საჭიროა ახალი, უფრო ობიექტური, მდგრადი და ინფორმატიულად ტევადი მახასიათებლების მოძიება და შემუშავება, რათა სწორად შევაფასოთ და ვიწინასწამეტყველოთ ინოვაციური შესაძლებლობების და მათი დინამიკა. წარმოდგენილ ნაშრომში შემოთავაზებულია ინოვაციური პროცესების ანალიზის და პროგნოზირებისთვის საჭირო ახალი მახასიათებლები და განხილულია ინოვაციის გლობალურ ინდექსთან ერთად მათი გამოყენებით მიღებული შედეგები. ხაზგასმულია, რომ სამომავლოდ კვლევის მთავარი საგანი იქნება საქართველოში მიმდინარე ინოვაციური პროცესების შეფასება და პროგნოზი კვლევის ყველა განხილული მეთოდით.

4. სტატიაში წარმოდგენილია ლაბორატორიული დანიშნულების თბური ტუმბოს ექსპერიმენტული დანადგარის აღწერა და ორთქლკომპრესორული თბური ტუმბოს დანადგარის თბური გაანგარიშების მეთოდიკა. კერძოდ, ორთქლკომპრესორული თბური ტუმბოს დანადგარის პრინციპული სქემა და ტემპერატურული ცვლილებების გრაფიკი.

თბური გაანგარიშებისათვის აუცილებელი მონაცემებია: მოთხოვნილი თბური სიმძლავრე, დაბალტემპერატურული სითბოს წყაროს ტემპერატურა და მომხმარებელზე მიწოდებული თბური ენერგიის ტემპერატურა.

სტატიაში მოყვანილია თბური ტუმბოს დანადგარის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. კერძოდ, თბური ტუმბოს თბომწარმოებლურობის დამოკიდებულება ფრეონის კონდენსაციის ტემპერატურაზე და თბური ტუმბოს თერმოდინამიკური ეფექტურობის მაჩვენებელი კოეფიციენტის - თბური ენერგიის გარდაქმნის კოეფიციენტის დამოკიდებულება ფრეონის კონდენსაციის ტემპერატურაზე.

5. წინამდებარე ნაშრომი ემდგნება მობილური რობოტების დისტანციური მართვის სისტემებს და, კერძოდ, ჩვენ მიერ დამუშავებული მობილური რობოტის დისტანციური მართვის სისტემას. განიხილება ყველაზე ტიპური სამი ტიპის მართვის ალგორითმი: სიჩქარული, ძალური და პოზიციური. აღწერილია ამ ალგორითმებით განხორციელებული მართვის შედეგები. აღწერილია ორი ტიპის დისტანციური მართვის სისტემა: სუპერვიზორული და ინტერაქტიური. რობოტის დისტანციური მართვის ინტერაქტიურ სისტემაში იზრდება საინფორმაციო და გამოთვლითი ტექნოლოგიების როლი, ასევე მოქნილი სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფა. ასეთ სისტემაში ადამიანი-ოპერატორისგან რობოტის დავალებები სრულდება უფრო ზოგადი ფორმით, ვიდრე სუპერვიზორული მართვისას, სადაც რობოტს არ აქვს „აზროვნების“ ფუნქციები. განიხილება რობოტების დისტანციური სუპერვიზორული მართვის თავისებურებები ექსტრემალურ პირობებში.
6. სტატიაში განხილულია საქართველოს ისტორიის უმნიშვნელოვანესი მოვლენის - 1832 წლის შეთქმულების ერთი ასპექტი, კერძოდ, მისი კრიპტოგრაფიული მხარე. იგულისხმება შეთქმულთა მიერ თავიანთი საქმიანობის კონსპირაციისთვის შემოღებული მიმოწერის ის საშუალებები, რომლებიც კრიპტოგრაფიული ელემენტების (საიდუმლო ანბანი, კოდური სიტყვები...) შემცველია. კვლევის ფოკუსში მოქცეულია მეთოდი, რომელიც გამოყენებული იყო საიდუმლო მიმოწერისა და ინფორმაციის გაცვლისათვის შეთქმულთა პეტერბურგულ/ მოსკოვურ და თბილისურ წრეებს შორის და რომელიც ხორციელდებოდა ერთგვარი „ჩარჩო“-ს დახმარებით. ნაშრომში წარმოჩენილია აღნიშნული მეთოდის არსი, განხილულია ის, როგორც კრიპტოსისტემა და დახასიათებულია თანამედროვე კრიპტოგრაფიული ტერმინოლოგიისა და პარამეტრების საშუალებით. საკითხი, რომლის კვლევას საგანგებო ყურადღება პირველად ეთმობა, მეტად მნიშვნელოვანია როგორც ზოგადად კრიპტოგრაფიისათვის, ასევე ქართული კრიპტოგრაფიისა და 1832 წლის შეთქმულების ისტორიისათვის.
7. მოხსენებაში გაანალიზებულია ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი და მისი გამოყენების პერსპექტივები ქვემო ქართლის რეგიონში. გამოვლენილია, რომ ქარენერგეტიკის განვითარებისათვის პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ქალაქ რუსთავის მიდამოებს მდინარე მტკვრის გასწვრივ, რუსთავ-თბილისის მიმართულებით. ქარის სიჩქარის განმეორებადობა $V \geq 5$ მ/წმ შემთხვევაში, რუსთავში შეადგენს 34%-ს, სამგორში - 32%, თბილისი-აეროპორტში - 38%. $V \geq 5$ მ/წმ ქარის მაქსიმალური სიჩქარეები ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე აღინიშნება დაახლოებით 32 დღე წელიწადში, აპრილიდან ივლისის ჩათვლით და დაკავშირებულია ხეობათა საცირკულაციო პროცესების გაძლიერებასთან.
8. მოხსენებაში გაანალიზებულია საქართველოში მზის თბური კოლექტორებით აღჭურვილი თბური ტუმბოს ბაზაზე შექმნილი თბოსიცივით მომარაგების სისტემის გამოყენების სპეციფიკა და პერსპექტივები. ნაჩვენებია, რომ ქვეყანა მდებარეობს საკმაოდ მაღალი ინსოლაციის ზონაში (1400-1800 კვტ.სთ/მ².წ), რაც ქმნის მზის ენერგიის მაღალი ეფექტურობით გამოყენების პირობებს. აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებსა და კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო სექტორში მეორეული და დაბალპოტენციური ენერგორესურსების მაქსიმალურად ათვისების შემთხვევაში, შესაძლებელია მოხმარებული სათბობის დაზოგვა დაახლოებით 20-30%-ით.
9. ნაშრომში აღწერილია ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება თანამედროვე რობოტ-ტექნიკაში. განხილულია ხელოვნური ინტელექტის განვითარების ტენდენციები და მისი განვითარების პერსპექტივები რობოტ-ტექნიკის შემდგომი სრულყოფის პროცესში. მოყვანილია ადამიანის ინტელექტის დახასიათება თანამედროვე ფსიქოლოგიურ მეცნიერებაში და მისი მახასიათებლების შესაბამისი პარამეტრების მქონე რობოტების შექმნის პერსპექტივები. ინტელექტი განიხილება როგორც ფიზიკურ ობიექტზე განხორციელებული ალგორითმი. ხელოვნურ ინტელექტს რობოტ-ტექნიკასთან ერთად, სულ უფრო და უფრო მეტი სარგებელი მოაქვს კაცობრიობისათვის. ეს ტექნოლოგია გამოირიცხავს ბევრ პრობლემას სრულიად განსხვავებულ სფეროებში, როგორცაა: მედიცინა, მრეწველობა, ლოჯისტიკა, კოსმოსი და სხვა. მანქანური სწავლება ეხმარება ამოიცნოს სხვადასხვა სახის ობიექტები, რომლებსაც აქვთ სხვადასხვა ფორმა და ზომა და იმყოფებიან სხვადასხვა სიტუაციაში. ხელოვნური ინტელექტის მქონე რობოტები უკვე ყველგან გამოიყენება სხვადასხვა სფეროში.

6.4. სტატიები ჟურნალის/კრებულის ISSN-ის მითითებით

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური; ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი ISSN-ის მითითებით (არსებობის შემთხვევაში); გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1. ნუგზარ ყავლაშვილი, ოთარ ქართველიშვილი, ლევან გვარამაძე, ვერიკო ბახტაძე; მცენარეთა წვეთოვანი მორწყვის ავტომატური სისტემა დისტანციური მართვით; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N27, ISSN 0135-0765; თბილისი, 2023, გამომცემლობა სტამბა „დამანი“, 7 გვ. (გვ. 45-51).
2. ნუგზარ ყავლაშვილი, ლევან გვარამაძე, პანაიოტ სტავრიანიძე, ვერიკო ბახტაძე; წვეთოვანი ავტომატური მორწყვის სისტემის არხების ტიპური სტრუქტურა; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N27, ISSN 0135-0765; თბილისი, 2023, გამომცემლობა სტამბა „დამანი“, 7 გვ. (გვ. 52-58).
3. Archil Chirakadze, Zakaria Buachidze, Akaki Gigineishvili, Irakli Nadiradze; Analysis and forecasting of innovative opportunities and their main prospective; Proceedings of Archil Eliashvili Institute of Control Systems of the Georgian Technical University, N27, ISSN 0135-0765; Tbilisi, 2023, Print house “Damani”, 5 p. (pp, 59-63).
4. ნოდარ მირიანაშვილი, ნათია არაბიძე, თეიმურაზ ბულია, ქეთევან კვირიკაშვილი, ფრიდონ მშვილდაძე; ლაბორატორიული დანიშნულების თბური ტუმბოს ექსპერიმენტული დანადგარი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N27, ISSN 0135-0765; თბილისი, 2023, გამომცემლობა სტამბა „დამანი“, 5 გვ. (გვ. 76-80).
5. დავით ფურცხვანიძე, ნოდარ გგელიშვილი, ვერიკო ბახტაძე, ქეთევან კვირიკაშვილი; მობილური რობოტის დისტანციური მართვის სისტემები; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N27, ISSN 0135-0765; თბილისი, 2023, გამომცემლობა სტამბა „დამანი“, 7 გვ. (გვ. 81-87).
6. მაია ცერცვაძე; 1832 წლის შეთქმულთა კრიპტოგრაფიის მეთოდი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N27, ISSN 0135-0765; თბილისი, 2023, გამომცემლობა სტამბა „დამანი“, 8 გვ. (გვ. 136-143).
7. ზურაბ ლომსაძე, ნოდარ მირიანაშვილი; საქართველოს ენერგეტიკული რესურსების გამოყენების თანამედროვე მდგომარეობა და გამოწვევები; “მონოგრაფიების სერიიდან“, საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “ბუნებრივი რესურსები და კურორტები, როგორც მდგრადი განვითარების ფაქტორები“-ის მასალები, ISBN 978-9941-8-5964-9, თბილისი, 2023, გამომცემლობა სტამბა შპს „იუ სი ემ“, 5გვ. (გვ. 11-15).
8. ნოდარ მირიანაშვილი, ვერიკო ბახტაძე; ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის გამოყენების პერსპექტივები ქვემო ქართლის რეგიონში; ჟურნალი „ბიზნეს-ინჟინერინგი“, N3-4, ISSN 1512-0538; თბილისი, 2023, გამომცემლობა „დანი“, 3 გვ. (გვ. 247-249).
9. ნუგზარ ყავლაშვილი, ნოდარ მირიანაშვილი, ქეთევან კვირიკაშვილი; მზის თბური კოლექტორიანი თბური ტუმბოს თბოსიცივით მომარაგების სისტემა; ჟურნალი „ბიზნეს-ინჟინერინგი“, N3-4, ISSN 1512-0538; თბილისი, 2023, გამომცემლობა „დანი“, 4 გვ. (გვ. 259-262).
10. დავით ფურცხვანიძე; ხელოვნური ინტელექტი მობილურ რობოტებში; ჟურნალი „ბიზნეს-ინჟინერინგი“, N3-4, ISSN 1512-0538; თბილისი, 2023, გამომცემლობა „დანი“, 4 გვ. (გვ. 101-104).

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. მიმოხილულია წვეთოვანი მორწყვის არსებული სისტემები და განხორციელებულია მათი კლასიფიკაცია თვისობრივი განვითარების თვალსაზრისით.

გამოკვეთილია სისტემის აგების თავისებურებები და მათ შორის არსებული განსხვავებები.

ჩვენს მიერ რეკომენდებულია მცენარეთა მორწყვის სისტემის სტრუქტურული სქემა მიკროპროცესორის ბაზაზე და მისი ფუნქციონირების პროგრამული რეალიზაცია, როგა სისტემის სამართი პარამეტრები ფორმირდება ორი ნაწილისაგან: ერთი ნაწილის ფორმირება ხორციელდება

ნიადაგის ტენიანობის გაზომვის შედეგად, მეორე ნაწილი - სისტემაზე მოქმედი აღმშენებელი ზემოქმედებისაგან.

აღნიშნული პარამეტრების ნაწილის მონაწილეობა მორწყვის რეჟიმის ფორმირებაში დაკავშირებულია გარკვეულ სიძნელეებთან, ამიტომ ისინი მონაწილეობენ მორწყვის რეჟიმის მართვაში არაცხადად, მაკორექტირებელი კოეფიციენტების სახით. მორწყვის სისტემიდან მიღებული პარამეტრების კონკრეტული მნიშვნელობების მიხედვით სისტემიდან დაცილებული ოპერატორის მიერ ნორმატიული დოკუმენტებიდან ამოკითხული კოეფიციენტები გადაეზავენება მართვის სისტემას და მონაწილეობენ მორწყვის ხანგრძლივობის რეგულირებაში. მონაცემთა გადაცემა ოპერატორსა (მობილურ ტელეფონსა) და მორწყვის სისტემას შორის სრულდება უგამტარო კავშირით.

ნაშრომში განხილულია მცენარეთა მორწყვის ავტომატური მართვის სისტემაში დისტანციური მართვის ორგანიზაცია, ერთ-ერთი არსებული ტექნოლოგიის საშუალებით. წარმოდგენილია აპარატურული და პროგრამული კომპონენტების დაგეგმარების ძირითადი მომენტები და შემოთავაზებულია კონკრეტული რეკომენდაციები.

2. აღწერილია წვეთოვანი მორწყვის ავტომატური სისტემის შემადგენელი არხების ერთგვაროვანი სტრუქტურა. განხილულია მათი აპარატურული შემადგენლობის თავისებურებები, შეპირაპირების პრობლემები და ფუნქციონირების თავისებურებანი.

ნაჩვენებია, რომ ასეთი მიდგომის შემთხვევაში მარტივდება ცალკეული არხების ფუნქციის ადეკვატური პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა. კერძოდ, ამ შემთხვევაშიც შესაძლებელი ხდება ერთგვაროვნების პრინციპის გამოყენება.

შემოთავაზებული სისტემის დიზაინის მეთოდოლოგიის გამოყენება ამარტივებს სისტემის შექმნის პროცესს. კერძოდ, სტანდარტული მზა ბლოკების გამოყენებისა და ტიპური პროგრამული მოდულების შექმნის შედეგად მარტივდება სისტემის აწყობისა და გამართვის პროცესი.

3. ცნობილია, რომ ინოვაციური პოტენციალის ანალიზი და პროგნოზირება ემყარება შესაბამისი მაჩვენებლების და მათი კომბინაციების ცვლილების არსებულ კანონზომიერებებს. შესაბამისად, სარწმუნო ინოვაციური პროგნოზირებისთვის ფრიად მნიშვნელოვანია რელევანტური კომბინირებული ინდექსების შემუშავება და დროის გარკვეულ ინტერვალში მათი სტაბილურობის შეფასება. თანამედროვე ეტაპზე ქვეყნის თუ რეგიონის ინოვაციური პოტენციალის შეფასებისა და პროგნოზირებისთვის აღარ არის საკმარისი მხოლოდ ინოვაციის გლობალური ინდექსის (GII) გამოყენება და საჭიროა ახალი, უფრო ობიექტური, მდგრადი და ინფორმატიულად ტევადი მახასიათებლების მოძიება და შემუშავება, რათა სწორად შევაფასოთ და ვიწინასწამეტყველოთ ინოვაციური შესაძლებლობების და მათი დინამიკა. წარმოდგენილ ნაშრომში შემოთავაზებულია ინოვაციური პროცესების ანალიზის და პროგნოზირებისთვის საჭირო ახალი მახასიათებლები და განხილულია ინოვაციის გლობალურ ინდექსთან ერთად მათი გამოყენებით მიღებული შედეგები. ხაზგასმულია, რომ სამომავლოდ კვლევის მთავარი საგანი იქნება საქართველოში მიმდინარე ინოვაციური პროცესების შეფასება და პროგნოზი კვლევის ყველა განხილული მეთოდით.

4. სტატიაში წარმოდგენილია ლაბორატორიული დანიშნულების თბური ტუმბოს ექსპერიმენტული დანადგარის აღწერა და ორთქლკომპრესორული თბური ტუმბოს დანადგარის თბური გაანგარიშების მეთოდიკა. კერძოდ, ორთქლკომპრესორული თბური ტუმბოს დანადგარის პრინციპული სქემა და ტემპერატურული ცვლილებების გრაფიკი.

თბური გაანგარიშებისათვის აუცილებელი მონაცემებია: მოთხოვნილი თბური სიმძლავრე, დაბალტემპერატურული სითბოს წყაროს ტემპერატურა და მომხმარებელზე მიწოდებული თბური ენერგიის ტემპერატურა.

სტატიაში მოყვანილია თბური ტუმბოს დანადგარის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. კერძოდ, თბური ტუმბოს თბომწარმოებულობის დამოკიდებულება ფრეონის კონდენსაციის ტემპერატურაზე და თბური ტუმბოს თერმოდინამიკური ეფექტურობის მაჩვენებელი კოეფიციენტის - თბური ენერგიის გარდაქმნის კოეფიციენტის დამოკიდებულება ფრეონის კონდენსაციის ტემპერატურაზე.

5. წინამდებარე ნაშრომი ემდგნება მობილური რობოტების დისტანციური მართვის სისტემებს და, კერძოდ, ჩვენ მიერ დამუშავებული მობილური რობოტის დისტანციური მართვის სისტემას. განიხილება ყველაზე ტიპური სამი ტიპის მართვის ალგორითმი: სიჩქარული, ძალური და პოზიციური. აღწერილია ამ ალგორითმებით განხორციელებული მართვის შედეგები. აღწერილია ორი ტიპის დისტანციური მართვის სისტემა: სუპერვიზორული და ინტერაქტიური. რობოტის დისტანციური მართვის ინტერაქტიურ სისტემაში იზრდება საინფორმაციო და გამოთვლითი ტექნოლოგიების როლი, ასევე მოქნილი სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფა. ასეთ სისტემაში ადამიანი-ოპერატორისგან რობოტის დავალებები სრულდება უფრო ზოგადი ფორმით, ვიდრე სუპერვიზორული მართვისას, სადაც რობოტს არ აქვს „აზროვნების“ ფუნქციები. განიხილება რობოტების დისტანციური სუპერვიზორული მართვის თავისებურებები ექსტრემალურ პირობებში.
 6. სტატიაში განხილულია საქართველოს ისტორიის უმნიშვნელოვანესი მოვლენის - 1832 წლის შეთქმულების ერთი ასპექტი, კერძოდ, მისი კრიპტოგრაფიული მხარე. იგულისხმება შეთქმულთა მიერ თავიანთი საქმიანობის კონსპირაციისთვის შემოღებული მიმოწერის ის საშუალებები, რომლებიც კრიპტოგრაფიული ელემენტების (საიდუმლო ანბანი, კოდური სიტყვები...) შემცველია. კვლევის ფოკუსში მოქცეულია მეთოდი, რომელიც გამოყენებული იყო საიდუმლო მიმოწერისა და ინფორმაციის გაცვლისათვის შეთქმულთა პეტერბურგულ/ მოსკოვურ და თბილისურ წრეებს შორის და რომელიც ხორციელდებოდა ერთგვარი „ჩარჩო“-ს დახმარებით. ნაშრომში წარმოჩენილია აღნიშნული მეთოდის არსი, განხილულია ის, როგორც კრიპტოსისტემა და დახასიათებულია თანამედროვე კრიპტოგრაფიული ტერმინოლოგიისა და პარამეტრების საშუალებით. საკითხი, რომლის კვლევას საგანგებო ყურადღება პირველად ეთმობა, მეტად მნიშვნელოვანია როგორც ზოგადად კრიპტოგრაფიისათვის, ასევე ქართული კრიპტოგრაფიისა და 1832 წლის შეთქმულების ისტორიისათვის.
 7. მოხსენებაში ენერგეტიკული ბალანსის ანალიზის საფუძველზე შესწავლილია საქართველოს სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსში ამჟამად არსებული მდგომარეობა და მისი განვითარების ტენდენციები ენერგიის განახლებადი რესურსების გამოყენების გათვალისწინებით. 2021 წლის განმავლობაში მოქმედ 103 ელექტროსადგურზე სულ გამოიმუშავდა 12,645 მლრდ კვტ.სთ ელექტროენერგია. აქედან: თბოელექტროსადგურებზე (თესებზე) - 2,3796 მლრდ კვტ.სთ (მთლიანი გამოიმუშავების - 18,8%), ჰიდროელექტროსადგურებზე (ჰესებზე) - 10,1821 მლრდ კვტ.სთ (მთლიანი გამოიმუშავების - 80,6%), ქარის ელექტროსადგურზე (ქესზე) - 80,5 მლნ კვტ.სთ (მთლიანი გამოიმუშავების - 0,6%). მცირე ჰესებზე გამოიმუშავდა 841,9 მლნ კვტ.სთ, ანუ მთლიანი გამოიმუშავების - 6,6%.
- საქართველოში ნავთობის მოპოვება 2022 წელს 1990 წელთან შედარებით შემცირებულია 81%-ით, 2010 წელთან შედარებით შემცირებულია 30%-ით, ხოლო 2015 წელთან შედარებით კი - 12%-ით. ნახშირის მოპოვება 2022 წელს 1990 წელთან შედარებით შემცირებულია 84,5%-ით, 2010 წელთან შედარებით შემცირებულია 37%-ით, ხოლო 2015 წელთან შედარებით კი - 51,6%-ით. ნახშირის მოპოვება 2019 წელს (15,3 ათასი ტონა), წინა 2018 წელთან (137,9 ათასი ტონა) შედარებით, 9,0-ჯერ შემცირდა.
- ენერგეტიკის განვითარების ტემპი ჩამორჩება ქვეყნის განვითარების ტემპს. 2000 წლიდან 2022 წლამდე პერიოდში ქვეყანაში მთლიანი შიდა პროდუქტი 12,0-ჯერ გაიზარდა, ხოლო სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის დარგების პროდუქცია მხოლოდ - 7,0-ჯერ. ბოლო წლებში ელექტრო-ენერგიის წარმოების ზრდის ტემპი მნიშვნელოვნად ჩამორჩება მოხმარების ზრდის ტემპს. კერძოდ, 2010-2015 წლებში პირველი გაიზარდა 9,2%-ით, ხოლო მეორე - 33,8%-ით.
- 1989-2022 წლებში თესებში ელექტროენერგიის გამოიმუშავება შემცირდა თითქმის 2,1-ჯერ, რომლებიც საწვავად მოიხმარენ იმპორტირებულ ძვირად ღირებულ ორგანულ სათბობს (ძირითადად ბუნებრივ გაზს). სამაგიეროდ, ამავე პერიოდში 22,5%-ით გაიზარდა მისი წარმოება

ჰესებში ანუ ქვეყანაში ელექტროენერგიის წარმოების ზრდა მოხდა ადგილობრივი განახლებადი ჰიდრორესურსების ხარჯზე.

შეფასებულია ქვეყნის რეგიონების ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის გამოყენების თანამედროვე მდგომარეობა. ჰესებიდან აღებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ ყველა რეგიონში ეს მაჩვენებელი არადამაკმაყოფილებელია. შედარებით უკეთესი მდგომარეობაა დასავლეთ საქართველოში - აფხაზეთსა (11%) და აჭარაში (11%). ძალზე დაბალია ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ათვისების მაჩვენებელი სამეგრელოსა (0,2%) და სვანეთში (1,0%).

საქართველოს ეკონომიკის დაჩქარებული განვითარების მიზნით, აუცილებელია რომ ენერგეტიკული ბალანსის შემდგომი სრულყოფა მოხდეს უპირატესად ადგილობრივი რესურსების გამოყენების გაზრდით.

8. მოხსენებაში გაანალიზებულია ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი და მისი გამოყენების პერსპექტივები ქვემო ქართლის რეგიონში. გამოვლენილია, რომ ქარენერგეტიკის განვითარებისათვის პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ქალაქ რუსთავის მიდამოებს მდინარე მტკვრის გასწვრივ, რუსთავ-თბილისის მიმართულებით. ქარის სიჩქარის განმეორებადობა $V \geq 5$ მ/წმ შემთხვევაში, რუსთავში შეადგენს 34%-ს, სამგორში - 32%, თბილისი-აეროპორტში - 38%. $V \geq 5$ მ/წმ ქარის მაქსიმალური სიჩქარეები ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე აღინიშნება დაახლოებით 32 დღე წელიწადში, აპრილიდან ივლისის ჩათვლით და დაკავშირებულია ხეობათა საცირკულაციო პროცესების გაძლიერებასთან.
9. მოხსენებაში გაანალიზებულია საქართველოში მზის თბური კოლექტორებით აღჭურვილი თბური ტუმბოს ბაზაზე შექმნილი თბოსიცივით მომარაგების სისტემის გამოყენების სპეციფიკა და პერსპექტივები. ნაჩვენებია, რომ ქვეყანა მდებარეობს საკმაოდ მაღალი ინსოლაციის ზონაში (1400-1800 კვტ.სთ/მ².წ), რაც ქმნის მზის ენერგიის მაღალი ეფექტურობით გამოყენების პირობებს. აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებსა და კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო სექტორში მეორეული და დაბალპოტენციური ენერგორესურსების მაქსიმალურად ათვისების შემთხვევაში, შესაძლებელია მოხმარებული სათბობის დაზოგვა დაახლოებით 20-30%-ით.
10. ნაშრომში აღწერილია ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება თანამედროვე რობოტ-ტექნიკაში. განხილულია ხელოვნური ინტელექტის განვითარების ტენდენციები და მისი განვითარების პერსპექტივები რობოტ-ტექნიკის შემდგომი სრულყოფის პროცესში. მოყვანილია ადამიანის ინტელექტის დახასიათება თანამედროვე ფსიქოლოგიურ მეცნიერებაში და მისი მახასიათებლების შესაბამისი პარამეტრების მქონე რობოტების შექმნის პერსპექტივები. ინტელექტი განიხილება როგორც ფიზიკურ ობიექტზე განხორციელებული ალგორითმი. ხელოვნურ ინტელექტს რობოტ-ტექნიკასთან ერთად, სულ უფრო და უფრო მეტი სარგებელი მოაქვს კაცობრიობისათვის. ეს ტექნოლოგია გამორიცხავს ბევრ პრობლემას სრულიად განსხვავებულ სფეროებში, როგორცაა: მედიცინა, მრეწველობა, ლოჯისტიკა, კოსმოსი და სხვა. მანქანური სწავლება ეხმარება ამოიცნოს სხვადასხვა სახის ობიექტები, რომლებსაც აქვთ სხვადასხვა ფორმა და ზომა და იმყოფებიან სხვადასხვა სიტუაციაში. ხელოვნური ინტელექტის მქონე რობოტები უკვე ყველგან გამოიყენება სხვადასხვა სფეროში.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

ავტორი/ავტორები; მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

7.2. სახელმძღვანელოები

ავტორი/ავტორები; სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1.

2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

7.3. სტატიები

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI; ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი ISSN-ის მითითებით; გვერდების რაოდენობა

1.

2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

მომხსენებელი/მომხსენებლები; მოხსენების სათაური; ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. ზურაბ ლომსაძე, ნოდარ მირიანაშვილი; საქართველოს ენერგეტიკული რესურსების გამოყენების თანამედროვე მდგომარეობა და გამოწვევები; საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “ბუნებრივი რესურსები და კურორტები, როგორც მდგრადი განვითარების ფაქტორები”; 2023 წლის 27-28 ოქტომბერი; თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი.
2. ნოდარ მირიანაშვილი, ვერიკო ბახტაძე; ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის გამოყენების პერსპექტივები ქვემო ქართლის რეგიონში; აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის 90 წლის იუბილისადმი მიძღვნილი მე-11 საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „გლობალური გამოწვევები და ეკონომიკური განვითარების მოდელების ტრანსფორმაცია“; 20 ოქტომბერი, 2023; ქუთაისი, საქართველო.
3. ნუგზარ ყავლაშვილი, ნოდარ მირიანაშვილი, ქეთევან კვირიკაშვილი; მზის თბური კოლექტორიანი თბური ტუმბოს თბოსიცივით მომარაგების სისტემა; აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის 90 წლის იუბილისადმი მიძღვნილი მე-11 საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „გლობალური გამოწვევები და ეკონომიკური განვითარების მოდელების ტრანსფორმაცია“; 20 ოქტომბერი, 2023; ქუთაისი, საქართველო.
4. დავით ფურცხვანიძე; ხელოვნური ინტელექტი მობილურ რობოტებში; აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის 90 წლის იუბილისადმი მიძღვნილი მე - 11 საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „გლობალური გამოწვევები და ეკონომიკური განვითარების მოდელების ტრანსფორმაცია“; 20 ოქტომბერი, 2023; ქუთაისი, საქართველო.

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში ან სხვა გამოცემაში არ გამოქვეყნებულა)

8. 2. უცხოეთში

მომხსენებელი/მომხსენებლები; მოხსენების სათაური; ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1.

2.

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში ან სხვა გამოცემაში არ გამოქვეყნებულა)

მიმართულება – ინფორმატიკა

ენობრივი მოდელირების განყოფილება

1. სახელმწიფო ბიუჯეტის პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების ჩამონათვალი:

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

პროექტის დასახელება: დიალოგური სისტემების ქართულენოვანი ინტერფეისი;

მეცნიერების დარგი: ინფორმატიკა;

სამეცნიერო მიმართულება: კომპიუტერული ლინგვისტიკა;

პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები: 2021-2023

2) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ლ. ლორთქიფანიძე - განყოფილების უფროსი, პროექტის ხელმძღვანელი
2. გ. ჩიკოიძე - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
3. ა. ჩუტკერაშვილი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
4. ნ. ამირეზაშვილი - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
5. მ. კლოიანი - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
6. ლ. სამსონაძე - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
7. ნ. ჯავაშვილი - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
8. ლ. მაკრაძიძე - უფროსი ინჟინერი, შემსრულებელი

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

პროექტის დასახელება: დიალოგური სისტემების ქართულენოვანი ინტერფეისი;

მეცნიერების დარგი: ინფორმატიკა;

სამეცნიერო მიმართულება: კომპიუტერული ლინგვისტიკა;

პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები: 2021-2023

2) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ლ. ლორთქიფანიძე - განყოფილების უფროსი, პროექტის ხელმძღვანელი

2. გ. ჩიკოიძე - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
3. ა. ჩუტკერაშვილი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
4. ნ. ამირეზაშვილი - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
5. მ. კლოიანი - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
6. ლ. სამსონაძე - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
7. ნ. ჯავაშვილი - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
8. ლ. მაკრახიძე - უფროსი ინჟინერი, შემსრულებელი

დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

დიალოგური სისტემების ქართულენოვანი ინტერფეისი წარმოადგენს პროგრამული უზრუნველყოფის სისტემას, რომელიც ახორციელებს ინფორმაციის მოძიებას, მიღებას და დამუშავებას.

პროექტში ჩვენ შემოგთავაზეთ ახალი მიდგომა, რომლის მიხედვით მომხმარებლის ქართულენოვანი შეკითხვის შესაბამისი SQL მოთხოვნის შესაქმნელად დამუშავდა GeWordNet-ის მონაცემთა ბაზის სემანტიკური მოდელი. რომელიც გამოვიყენეთ ქართულენოვანი მორფოლოგიური ომონიმების მოსახსენლად და ორაზროვნებასთან დაკავშირებული მრავალი სხვა პრობლემების გადასაჭრელად.

კვლევის თეორიულ და მეთოდოლოგიურ საფუძველს წარმოადგენდა კომპიუტერული ლინგვისტიკის, მონაცემთა ბაზების თეორიისა და პროგრამული ინჟინერიის მეთოდები. კერძოდ:

1. მონაცემთა ბაზების ბუნებრივი ენის მომხმარებლის ინტერფეისის შექმნის მეთოდი, რომელიც ხასიათდება წინადადებების მოდელების შაბლონების გამოყენებით და უზრუნველყოფს მონაცემთა ავტომატურ მოპოვებას მომხმარებლის მიერ SQL მოთხოვნის შექმნის გარეშე;

2. სემანტიკური მონაცემთა ბაზის მოდელის ფორმირების ალგორითმი, რომელიც გამოირჩევა GeWordNet თესაურუსის გამოყენებით;

3. მონაცემთა ბაზების მოთხოვნის ალგორითმი, რომელიც დაეფუძნება მომხმარებლის მიერ ბუნებრივ ენაზე შეყვანილი ტექსტის ანალიზს, მონაცემთა ბაზაში GeWordNet თესაურუსის სემანტიკური მოდელის გამოყენებით.

ჩვენს პროექტში პირველად შემოთავაზებული GeWordNet თესაურუსის მონაცემთა ბაზის სემანტიკური მოდელის გამოყენება ქართულენოვან დიალოგურ სისტემაში. სისტემის ფორმირებისა და მისი დამუშავების პროცესში გაღრმავდა GeWordNet სინსეტების კავშირების შესწავლა ქართული ენისთვის. კვლევის ძირითადი სიახლეა დიალოგური სისტემის ინტერფეისების ფორმირების ახალი მეთოდი, რომელიც ემყარება მომხმარებლის თავდაპირველი შეკითხვების შესაბამისი სემანტიკური სტრუქტურების მრავალფეროვანი მათემატიკური მოდელების აგებას. მოდელებში გამოვიყენეთ SK (Subject Knowledge) ენების გამომხატველი მექანიზმები, რომლებიც განისაზღვრება K-წარმოდგენების თეორიით. შემოთავაზებული ტექნოლოგიით მონაცემთა სემანტიკურ მოდელზე დაფუძნებული K-წარმოდგენის ფორმირებით შეიქმნა ბუნებრივენოვანი ინტერფეისი მომხმარებლის შეკითხვის ანალიზისა და დამუშავებისათვის. შემუშავებული მეთოდის დანერგვა GeWordNet თესაურუსის რესურსის პოპულარობის გაზრდის კიდევ ერთი ეფექტური გზაა.

პროექტის ფარგლებში პირველად შემუშავდა ქართული ინტერაქტიული სისტემის სტრუქტურა, ინტერფეისი და მისი ძირითადი კომპონენტების მუშაობის ალგორითმები.

დასახული გეგმის შესაბამისად, გამოკვლეულია ტექსტის ავტომატური დამუშავების სისტემების შექმნის გამოცდილება და მიღებულია დასკვნა: მიუხედავად ლინგვისტური პროცესორების აღწერასთან დაკავშირებული სამეცნიერო და ტექნიკური ლიტერატურის სიმრავლისა, ამჟამად წარმოდგენილ არც ერთ პრობლემას, პრაქტიკულად, დამაკმაყოფილებელი გადაჭრა არ გააჩნია. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ მიზეზი არის ის, რომ თავიდანვე დასახული იყო, რომ ენის მოდელების კომპიუტერული რეალიზაციისთვის ენობრივი თეორიის ფორმალიზაციის ხარისხი უნდა ყოფილიყო ყოვლისმომცველი და უაღრესად სრული. იყო მრავალი მცდელობა შექმნილიყო იდეალური ენობრივი თეორიის საფუძველზე ბუნებრივი ენის დამუშავების იდეალური ინსტრუმენტული სისტემა. ენობრივი

მოვლენების აღწერაზე ორიენტირებული წინა მოდელელებთან ყოველი წარუმატებლობის შემდეგ ახალი ფორმალიზმების შექმნამ გამოიწვია მრავალფეროვანი ენობრივი მოდელები, რომლებიც პრაქტიკულად განსხვავდება მხოლოდ ენობრივი მოვლენების აღსაწერად საჭირო საშუალებების ნაკრებით, მაგრამ არა ეფექტურობით. აქედან გამომდინარე, ქართული ენის ლინგვისტური ცოდნის ბაზის ფორმირებისთვის გადაწყდა ობიექტებზე ორიენტირებული ფრეიმების და პროდუცირების კომბინირებულ მეთოდებზე დაყრდნობილი ექსპერტული სისტემის გამოყენება.

ექსპერტულ სისტემასა და რელატიურ მონაცემთა ბაზების სისტემას შორის კავშირით ჩვენ გავაფართოვეთ უფრო დიდ მონაცემთა ბაზებზე წვდომის შესაძლებლობა და შევიმუშავეთ არქიტექტურა, რომელიც იყენებს დასკვნის ძრავას მონაცემთა ბაზების მხრიდან.

სხვადასხვა წინადადებების მოდელების შაბლონების საფუძველზე შევიმუშავეთ ინტერაქტიული დიალოგური სისტემა, რომელშიც რეალიზებულია სემანტიკურ მონაცემთა ბაზაში ინტელექტუალური ძიებისთვის ბუნებრივ ენოვანი შეკითხვა/მოთხოვნის SQL მოთხოვნად გარდაქმნის ალგორითმი.

შემუშავდა დიალოგური სისტემის სტრუქტურა და მისი აგების პრინციპები, აგრეთვე სისტემის ეფექტურობის შეფასების კრიტერიუმები. შეიქმნა პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც დაეყრდნო სემანტიკურ მონაცემთა ბაზის მოდელის, ბუნებრივი ენის დიალოგური ინტერფეისის მოდელის და შეკითხვის საკვანძო სიტყვების განსაზღვრის ალგორითმებს.

შემუშავდა მომხმარებლის შეკითხვა/მოთხოვნების დამუშავების მეთოდი და მომხმარებლის ბუნებრივ ენოვანი მოთხოვნის SQL მოთხოვნად გადაყვანის ალგორითმები, რომელთა საფუძველზე განხორციელდა ქართულ ენოვანი ინტერფეისის მქონე დიალოგური სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფა.

ჩატარდა შემუშავებული მეთოდებისა და იმ ალგორითმების ეფექტურობის ექსპერიმენტული შესწავლა, რომლებიც მონაცემთა ბაზისთვის ახორციელებს ქართულ ენოვანი მომხმარებლის ინტერფეისს. მიღებულია დასკვნა, რომ რეალურ პირობებში სისტემა მაღალი ხარისხის სიზუსტით ახორციელებს დიალოგს მხოლოდ მცირე ენობრივი არეალის ფარგლებში. მისი ეფექტურობის ასამაღლებლად საჭიროა მკვეთრად გაზრდა ისეთი ენობრივი მონაცემებისა, როგორიცაა ქართული ენის მონო და ბილინგვური კორპუსები.

3. შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

3.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

პროექტის დასახელება: ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონის კომპაილერი;

მეცნიერების დარგი და სამეცნიერო მიმართულება:

3. სოციალური და ჰუმანიტარული მეცნიერებები;

3.4. ფსიქოლოგია, ლინგვისტიკა, ფილოსოფია;

3.4.9. თეორიული ლინგვისტიკა, გამოთვლითი ლინგვისტიკა;

პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი: FR-21-3509;

პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები: 17.03.2022-16.03 2025

2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. ჩუტკერაშვილი ანა | პროექტის ხელმძღვანელი |
| 2. ლორთქიფანიძე ლიანა | პროექტის კოორდინატორი |
| 3. ამირეზაშვილი ნინო | მკვლევარი |
| 4. სამსონაძე ლიანა | მკვლევარი |
| 5. ჯავახიშვილი ნინო | მკვლევარი |
| 6. ჩიკოიძე გიორგი | მკვლევარი |

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

პროექტის ძირითადი მიზანია ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონის კომპილირების სისტემის შემუშავება. საანგარიშო პერიოდში დასახული იყო სამუშაოების ჩატარება შემდეგი ამოცანების მიხედვით:

№1 ქართული და ინგლისური ზმნის, არსებითი, ზედსართავი და რიცხვითი სახელების, ნაცვალსახელისა და უდეტრების ფლექსიური და დერივაციული ფორმებისთვის საკლასიფიკაციო მახასიათებლების შემუშავება და სისტემატიზაცია;

№3 საკლასიფიკაციო მახასიათებლების მიხედვით ქართული და ინგლისური ზმნის, არსებითი, ზედსართავი და რიცხვითი სახელების, ნაცვალსახელისა და უდეტრების პარადიგმების სავარაუდო ყალიბების ძიების ალგორითმის შემუშავება და დესკტოპ აპლიკაციის რეალიზაცია;

№4 ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონის ონლაინ აპლიკაციის რეალიზაცია, ინტერნეტში განთავსება და ტესტირება.

№1 ამოცანის ფარგლებში ჩატარდა ქართული და ინგლისური ზმნის, არსებითი, ზედსართავი და რიცხვითი სახელების, ნაცვალსახელისა და უდეტრების ფლექსიური და დერივაციული ფორმებისთვის საკლასიფიკაციო მახასიათებლების შემუშავება და სისტემატიზაცია. გამოქვეყნდა 4 სტატია არარეიტინგულ ჟურნალში (იხ. https://gtu.ge/msi/Files/Pdf/Publications/jurnali_2022.pdf); მოეწყო პრეზენტაცია საერთაშორისო სამეცნიერო ღონისძიებაზე საქართველოში (<https://ice.ge/of/wp-content/uploads/2022/08/%E1%83%9E%E1%83%A0%E1%83%9D%E1%83%92%E1%83%A0%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%90-28.08.2022-%E1%83%A5%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%97%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98.pdf>).

შესრულებული სამუშაოს მოკლე ანოტაცია:

დასრულებული სისტემა სიტყვის როგორც ფორმაწარმოების, ისე სიტყვაწარმოების სრულად აღწერის საშუალებას უნდა იძლეოდეს, ამიტომ ამოსავალი სალექსიკონო ერთეულის ლექსიკური ფორმები შედგენილი იქნება ლემისგან და მორფოლოგიური ტეგების მწკრივისგან. პირველი ტეგი განიხილება როგორც მეტყველების ნაწილის მარკერი, ხოლო დანარჩენი – როგორც ლექსიკური ქვეკატეგორიების მარკერები.

ფართოდ გავრცელებული კოდირების საერთაშორისო სტანდარტებიდან, ძირითადად, ვეერდნობით EAGLES სტანდარტს – EAGLES (Expert Advisory Group on Language Engineering Standards) [1]. ასევე, გამოვიყენეთ Oxford English part-of-speech Tagset-ი [3]

ქართული ზმნის ფორმების მრავალფეროვნების გამო, ინგლისურ მარკერებში საჭირო გახდა ტეგების დამატება/გაფართოება, განსაკუთრებით მწკრივის კატეგორიის გამო. მარკერები ქართულში ძირითადად წარმოდგენილია ზმნის სუბიექტ-ობიექტის პირის, რიცხვისა და მწკრივის აღმნიშვნელი ტეგებით. სულ 13 ზმნური ტეგია (მორფოლოგიური).

სირთულე გამოიწვია ქართული სტატიკური ზმნების ინგლისური შესატყვისების მოძიებამ. ცნობილია, რომ სტატიკური ზმნები აღნიშნავს პროცესის, მოქმედების შედეგს ერთ სტატიკურ ვითარებაში. ისინი მწკრივნაკლი ზმნებია. I სერიის მწკრივებიდან აქვთ მხოლოდ აწმყოს ფორმები, დანარჩენს ნასესხები ფორმებით აწარმოებენ, უმეტესად, დინამიკური ზმნებისგან. ასევე II სერიის მწკრივებიც დინამიკური ვნებითისგან აქვთ ნასესხები. რაც შეეხება III სერიას, ბევრ ზმნას აკლია ეს ფორმები. ამავე დროს, თითქმის ყოველთვისაა შესაძლებელი ისინი შევცვალოთ მიმღეობიანი ფორმით: წერია - დაწერილია, წევს - დაწოლილია, უკეთია - გაკეთებული აქვს და სხვ.

ინგლისურ ენაში სტატიკური ზმნები აღწერს მდგომარეობას. ისინი, როგორც წესი, არ გამოიყენება აწმყო განგრძობითი დროის ფორმებით. სტატიკური ზმნები ხშირად მიეკუთვნება მენტალური მდგომარეობის - გრძნობის, ემოციების, ფიქრების, მოსაზრებების, კუთვნილების - გამომხატველ ზმნათა ჯგუფს.

საბოლოოდ შეირჩა ზმნური მახასიათებლების შემდეგი ტეგები:

ქართული ტეგები	ინგლისური ტეგები
V – ზმნა	VV – ძირითადი ზმნა
Subj – სუბიექტი	S1 – მხ. რიცხვი, I პირი
Sg 1 – მხ. რიცხვი, I პირი	P3 – მრ. რიცხვი, III პირი
PL 3 – მრ. რიცხვი, III პირი	B – ძირითადი ზმნა

Prs	– აწმყოს მწკრივი	G	– -ing ფორმა
		P	– დამხმარე ზმნა
		D	– წარსული დრო
		N	– მიმდევობა
		I	– ინფინიტივი

ქართულში, ისევე როგორც ინგლისურში ნივთიერებათა სახელებს მრავლობითი რიცხვი არა აქვს, მაგრამ მაინც ვხმარობთ: მინერალური წყლები - mineral waters, ქართული ღვინოები - Georgian wines, წვეულებების ხარჯები - costs of parties და სხვ. ამის გამო მოცემული ჯგუფის არსებითი სახელების ქართულ-ინგლისური ტეგების შესატყვისები ბაზაში შევიდა ორ-ორი ვარიანტით: ქართულ მრავლობითთან ინგლისურის მხოლოდობითი და მრავლობითი; ინგლისურის მრავლობითთან - ქართულის მხოლოდობითი და მრავლობითი. მაგრამ, არიან კრებითი სახელები, რომლებიც, ქართულისგან განსხვავებით, ინგლისურში ყველგან მხოლოდობითი გვხვდება, (როგორიცაა „ოქროები“ – „gold“). აგრეთვე, ქართული კრებითი სახელები, რომლებიც ქართულში მხოლოდ მხოლოდობითი იხმარება ინგლისურის შესაბამისი მრავლობითისთვის (ჩაი – teas). ცალკე იქნა გამოკვლეული ყველა კრებითი სახელი და ბაზაში შეტანილ იქნა შესაბამისად ქართულ-ინგლისური ტეგების შესატყვისები: ქართულის მრავლობითთან - ინგლისურის მხოლოდობითი და ინგლისურის მხოლოდობითთან - ქართულის მხოლოდობითი და მრავლობითი.

ინგლისურში რაოდენობით რიცხვით სახელთან არსებით სახელს მრავლობითის ფორმა აქვს, ქართულში კი მხოლოდობითის. ეს ეხება რაოდენობის აღმნიშვნელ ზედსართავ სახელებსაც - ბევრი, მრავალი, უთვალავი,... აქედან გამომდინარე ინგლისური არსებითი სახელის მრავლობითი ფორმის შესატყვისში მივუთითეთ ქართულის როგორც მრავლობითის, ისევე მხოლოდობითის ფორმაც.

ცნობილია, რომ ქართულში ზედსართავი სახელი შეიძლება იყოს ვითარებითი და მიმართებითი. ვითარებითი ზედსართავი სახელის უფროდობითი უ--ეს ცირკუმფიქსების დართვით მიღებულ ფორმებს ინგლისურის Superlative-ის ფორმები შეესაბამება, რომელიც იწარმოება დადებითის ფორმაზე - est სუფიქსის დართვით (long – the longest), თუ სიტყვა ერთ ან ორმარცვლიანია, ხოლო თუ უფრო გრძელია, მაშინ ემატება most (the most interesting). ქართულში ოდნაობითის მაწარმოებელი ცირკუმფიქსებია - მო--ო. ინგლისურში შესატყვისი ოდნაობითი ფორმები იწარმოება ზედსართავის დადებით ფორმაზე -ish: greenish, bluish და -y: bluey, greeny სუფიქსის დართვით.

ინგლისურში გვაქვს ზედსართავისათვის სამი ძირითადი ფორმა: დადებითი, შედარებითი და აღმატებითი. გასაგებია, რომ ინგლისური და ქართული ზედსართავი სახელის დადებითი ხარისხები ლექსიკურ შესაბამისობაშია. რაც შეეხება ინგლისური ზედსართავების ფორმებს: შედარებით ხარისხს ქართულში შეესაბამება კონსტრუქცია - ‘უფრო + ზედსართავი’ (greater უფრო დიდი, calmer უფრო მშვიდი, smaller უფრო პატარა, oftener უფრო ხშირად,...), ხოლო აღმატებითი - უფროდობითი (the longest - ყველაზე გრძელი, უგრძელესი; oldest - ყველაზე ძველი, უძველესი,...)

№3 ამოცანი ფარგლებში საკლასიფიკაციო მახასიათებლების მიხედვით შემუშავდა ქართული და ინგლისური ზმნის, არსებითი, ზედსართავი და რიცხვითი სახელების, ნაცვალსახელისა და უდეტრების პარადიგმების სავარაუდო ყალიბების ძიების ალგორითმი. მეორე საანგარიშო პერიოდში - 2023 წლის მარტიდან 2024 წლის მარტამდე დაგეგმილია ქართული და ინგლისური ზმნის, არსებითი, ზედსართავი და რიცხვითი სახელების, ნაცვალსახელისა და უდეტრების ფლექსიური და დერივაციული ფორმებისთვის ერთგვაროვანი მახასიათებლების მქონე სტერეოტიპულ პარადიგმათა ყალიბები და შეიქმნება მათი შესამოწმებელი დესკტოპ აპლიკაციის რეალიზაცია და 4 სტატიის გამოქვეყნება არარეიტინგულ ჟურნალში, სადაც დეტალურად იქნება აღწერილი აღნიშნული სამუშაოები.

რაც შეეხება ამოცანა №4-ს, მიმდინარე საანგარიშო პერიოდში შედგენილია ქართულ-ინგლისური მარკერების მიხედვით შესაბამისი შესატყვისების სალექსიკონო ბაზები. ლექსიკონის ონლაინ აპლიკაციის რეალიზაცია, ინტერნეტში განთავსება და ტესტირება დაგეგმილია მეორე მესამე საანგარიშო პერიოდებში.

3.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

დასრულებული კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

4.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დაფინანსებული ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

4.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დაფინანსებული ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა, პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

დასრულებული კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

5. პატენტები (არსებობის შემთხვევაში):

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

საპატენტო თემატიკის სათაური; გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები; პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

5.2. ეროვნული პატენტები

საპატენტო თემატიკის სათაური; გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები; პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

ავტორი/ავტორები; მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

6.2. სახელმძღვანელოები

ავტორი/ავტორები; სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

6.3. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI (არსებობის შემთხვევაში); ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1. ლიანა ლორთქიფანიძე, ლევან მაკრახიძე; სახელთა გრამატიკული ფორმების გენერირება ქართულ-ინგლისურ ლექსიკონში; DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N27. თბილისი, შპს „დამანი“, 6 გვერდი.

2. ლიანა ლორთქიფანიძე, მანველ კლოიანი; დიალოგური სისტემის ანალიზატორის პროგრამული იმპლემენტაცია; DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N27. თბილისი, შპს „დამანი“, 10 გვერდი.

3. გიორგი ჩიკოიძე, ანა ჩუტკერაშვილი, ნინო ჯავაშვილი; სტატიკური ზმნების მორფოლოგიური ტეგები ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონისათვის; DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N27. თბილისი, შპს „დამანი“, 9 გვერდი.

4. Nino Amirezashvili; Adjectives in English and Georgian languages; DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N27. თბილისი, შპს „დამანი“, 6 გვერდი.

5. ლიანა სამსონაძე; ზოგიერთი არათვლადი არსებითი სახელის მრავლობითი რიცხვის წარმოების საკითხები და მათი შესაბამისობები ქართულსა და ინგლისურში; DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N27. თბილისი, შპს „დამანი“, 6 გვერდი.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. სტატიაში განხილულია დიალოგური სისტემის პროგრამული რეალიზაციისთვის გამოყენებული მეთოდები, მოდელები და ალგორითმები. ნეირონული ქსელის მოდელის მაგალითზე შედარებულია ორი ალგორითმის: „რეკურენტული ნეირონული ქსელი“ - RNN (Recurrent Neural Networks) და ე.წ. Seq2Seq (წყვილების თანმიმდევრობის) მუშაობის შედეგები. ქართულენოვანი ტექსტური მასალის სიმჭირის გამო ბაზის გასამდიდრებლად გამოვიყენეთ GeWordNet – ქართულ სიტყვათა ქსელიდან დაგენერირებული ტექსტები და სპორტული თემატიკის ტექსტების კორპუსი. ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ GeWordNet ბაზის სრული ქართული თარგმნით და ამ ორი ალგორითმის გამოყენებით შეგვიძლია ისე დავხვეწოთ ჩვენი დიალოგური სისტემა, რომ მან შეძლოს კონკურენცია გაუწიოს მის ინგლისურენოვან ანალოგებს.

2. ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონის პროგრამულ აპლიკაციაში წარმოგიდგენთ მანქანური სწავლების ზედამხედველობით მიდგომას არსებითი და ზედსართავი სახელების შესატყვისების გენერირებისთვის. ჩვენ ვიყენებთ GeoTrans სისტემაში დანერგილ ლოგიკურ პროგრამირებას. GeoTrans-ი სწავლობს წესებს, როგორც პირველი რიგის პრედიკატების გადაწყვეტილებების სიას. ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონის შექმნის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია ქართულ და ინგლისურ გრამატიკულ მახასიათებლებს შორის შესაბამისობის დადგენა. განვიხილავთ ქართული სახელებისთვის დამახასიათებელი გრამატიკული კატეგორიების და მახასიათებლების შესაბამისობაში მყოფი ინგლისური ფორმების და პირიქით - ინგლისურიდან ქართულის, გენერირების ალგორითმს. ვაჩვენებთ იმ გრამატიკულ კატეგორიებს, რომლებიც აქვთ ქართულ სახელებს და, თუ ინგლისურში ასეთი კატეგორია არ არის, როგორ ანაზღაურდება ასეთი ფორმები ადეკვატური სიტყვების გენერირებისას და პირიქით (ინგლისურიდან ქართულში).

3. ელექტრონული გრამატიკული ლექსიკონები მრავალმხრივი ლექსიკონებია, რომლებიც შეიცავს ინფორმაციას სიტყვის მორფოლოგიური და სინტაქსური თვისებების შესახებ. ისინი გამოიყენება თარგმნის, ენის სწავლებისა და დიალოგური სისტემების მართვის პროცესში. ამავე დროს, მათი საშუალებით უფრო მარტივია დიდი მოცულობის ტექსტური კორპუსების ანოტირება. ასეთი ლექსიკონები აღჭურვილია სათანადო გრამატიკული მახასიათებლებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ სიტყვის სწორ ფორმებს.

სტატიაში განხილულია ქართული სტატიკური ზმნები ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონისთვის. მოყვანილია ასეთი ზმნების შემცველი ქართული და ინგლისური წინადადებები. ორივე ენის სტატიკურ ზმნებს მიწერილი აქვთ სათანადო მარკერი, რომელიც მორფოლოგიური ტეგებისგან შედგება. თითოეული სტატიკური ზმნისთვის გაანალიზებულია თარგმანთან შესაბამისობა და დადგენილია გარკვეული კანონზომიერებები.

4. სტატიაში განხილულია ქართული და ინგლისური ზედსართავებისთვის დამახასიათებელი გრამატიკული კატეგორიები და მათი მახასიათებლები. ვიკვლევთ სხვადასხვა წარმოშობის სუფიქსებს, რომლებიც ჩვეულებრივ გამოიყენება ინგლისურ და ქართულ ზედსართავებში, გაანალიზებთ მათ მნიშვნელობას, მაგალითებს და გამოყენების ნიმუშებს. ძირითადი სიტყვის ბოლოს კონკრეტული სუფიქსების დართვით, შეგვიძლია ვაწარმოოთ ახალი ზედსართავი სახელები, რომლებიც გადმოსცემენ საგნის სხვადასხვა მნიშვნელობას, ნიუანსს და გრამატიკულ ფუნქციებს. ამ თემის შესწავლით, მკითხველი უფრო ღრმად შეაფასებს ინგლისური და ქართული ენების სიმდიდრესა და მრავალფეროვნებას.

ნაშრომში გამოყენებული კლასიფიკაციის მახასიათებლები და მათი შესაბამისი ტეგები ეფუძნება კოდირების საერთაშორისო სტანდარტს EAGLES (ენის საინჟინრო სტანდარტების საექსპერტო საკონსულტაციო ჯგუფი).

5. ნაშრომში განხილულია ზოგიერთი არათვლადი არსებითი სახელის მრავლობითი რიცხვის წარმოების საკითხები და მათი შესაბამისობები ქართულსა და ინგლისურში. ენობრივი მოვლენები გარკვეულ კანონზომიერებას ექვემდებარება, მაგრამ ზოგადი წესების გვერდით, არსებობს გამონაკლისებიც. ეს ეხება ისეთ არსებით სახელებს, რომლებიც არ დაითვლება, მაგრამ მათი მრავლობით რიცხვში ხმარება უკვე დამკვიდრებულია და არცთუ უმართებულოდ. მაგალითად, ნივთიერებათა სახელები, რომელთაც მრავლობითი რიცხვი არა აქვთ, მაგრამ იხმარება მინერალური

წყლები, ქართული ღვინოები, ოქროების ზარდახშა, ხალხების ერთობა და ა.შ. განხილულია ანალოგიური საკითხი ინგლისურ შესატყვისობებთან დაკავშირებით.

საილუსტრაციოდ მოყვანილია რამდენიმე მაგალითი ორენოვანი (ინგლისურ-ქართული) კორპუსიდან.

6.4. სტატიები ჟურნალის/კრებულის ISSN-ის მითითებით

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური; ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი ISSN-ის მითითებით (არსებობის შემთხვევაში); გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1. ლიანა ლორთქიფანიძე, ლევან მაკრახიძე; სახელთა გრამატიკული ფორმების გენერირება ქართულ-ინგლისურ ლექსიკონში; ISSN 0135-0765; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N27. თბილისი, შპს „დამანი“, 6 გვერდი.

2. ლიანა ლორთქიფანიძე, მანველ კლოიანი; დიალოგური სისტემის ანალიზატორის პროგრამული იმპლემენტაცია; ISSN 0135-0765; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N27. თბილისი, შპს „დამანი“, 10 გვერდი.

3. გიორგი ჩიკოიძე, ანა ჩუტკერაშვილი, ნინო ჯავაშვილი; სტატიკური ზმნების მორფოლოგიური ტეგები ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონისათვის; ISSN 0135-0765; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N27. თბილისი, შპს „დამანი“, 9 გვერდი.

4. Nino Amirezashvili; Adjectives in English and Georgian languages; ISSN 0135-0765; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N27. თბილისი, შპს „დამანი“, 6 გვერდი.

5. ლიანა სამსონაძე; ზოგიერთი არათვლადი არსებითი სახელის მრავლობითი რიცხვის წარმოების საკითხები და მათი შესაბამისობები ქართულსა და ინგლისურში; ISSN 0135-0765; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N27. თბილისი, შპს „დამანი“, 6 გვერდი.

6. G. Chikoidze, A. Chutkerashvili, N. Javashvili; Language-Content-Expression; ISSN 1512-3170; ენა, ლოგიკა, კომპიუტერიზაცია; თბილისი, გამომცემლობა „ნეკერი“, 21 გვერდი.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. სტატიაში განხილულია დიალოგური სისტემის პროგრამული რეალიზაციისთვის გამოყენებული მეთოდები, მოდელები და ალგორითმები. წერილობითი ქსელის მოდელის მაგალითზე შედარებულია ორი ალგორითმის: „რეკურენტული წერილობითი ქსელი“ - RNN (Recurrent Neural Networks) და ე.წ. Seq2Seq (წყვილების თანმიმდევრობის) მუშაობის შედეგები. ქართულენოვანი ტექსტური მასალის სიმწირის გამო ბაზის გასამდიდრებლად გამოვიყენეთ GeWordNet – ქართულ სიტყვათა ქსელიდან დაგენერირებული ტექსტები და სპორტული თემატიკის ტექსტების კორპუსი. ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ GeWordNet ბაზის სრული ქართული თარგმნით და ამ ორი ალგორითმის გამოყენებით შეგვიძლია ისე დავხვეწოთ ჩვენი დიალოგური სისტემა, რომ მან შეძლოს კონკურენცია გაუწიოს მის ინგლისურენოვან ანალოგებს.

2. ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონის პროგრამულ აპლიკაციაში წარმოგიდგენთ მანქანური სწავლების ზედამხედველობით მიდგომას არსებითი და ზედსართავი სახელების შესატყვისების გენერირებისთვის. ჩვენ ვიყენებთ GeoTrans სისტემაში დანერგილ ლოგიკურ პროგრამირებას. GeoTrans-ი სწავლობს წესებს, როგორც პირველი რიგის პრედიკატების გადაწყვეტილებების სიას. ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონის შექმნის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია ქართულ და ინგლისურ გრამატიკულ მახასიათებლებს შორის შესაბამისობის დადგენა. განვიხილავთ ქართული სახელებისთვის დამახასიათებელი გრამატიკული კატეგორიების და მახასიათებლების შესაბამისობაში მყოფი ინგლისური ფორმების და პირიქით - ინგლისურიდან

ქართულის, გენერირების ალგორითმს. ვაჩვენებთ იმ გრამატიკულ კატეგორიებს, რომლებიც აქვთ ქართულ სახელებს და, თუ ინგლისურში ასეთი კატეგორია არ არის, როგორ ანაზღაურდება ასეთი ფორმები ადეკვატური სიტყვების გენერირებისას და პირიქით (ინგლისურიდან ქართულში).

3. ელექტრონული გრამატიკული ლექსიკონები მრავალმხრივი ლექსიკონებია, რომლებიც შეიცავს ინფორმაციას სიტყვის მორფოლოგიური და სინტაქსური თვისებების შესახებ. ისინი გამოიყენება თარგმნის, ენის სწავლებისა და დიალოგური სისტემების მართვის პროცესში. ამავე დროს, მათი საშუალებით უფრო მარტივია დიდი მოცულობის ტექსტური კორპუსების ანოტირება. ასეთი ლექსიკონები აღჭურვილია სათანადო გრამატიკული მახასიათებლებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ სიტყვის სწორ ფორმებს.

სტატიაში განხილულია ქართული სტატიკური ზმნები ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონისთვის. მოყვანილია ასეთი ზმნების შემცველი ქართული და ინგლისური წინადადებები. ორივე ენის სტატიკურ ზმნებს მიწერილი აქვთ სათანადო მარკერი, რომელიც მორფოლოგიური ტეგებისგან შედგება. თითოეული სტატიკური ზმნისთვის გაანალიზებულია თარგმანთან შესაბამისობა და დადგენილია გარკვეული კანონზომიერებები.

4. სტატიაში განხილულია ქართული და ინგლისური ზედსართავებისთვის დამახასიათებელი გრამატიკული კატეგორიები და მათი მახასიათებლები. ვიკვლევთ სხვადასხვა წარმოშობის სუფიქსებს, რომლებიც ჩვეულებრივ გამოიყენება ინგლისურ და ქართულ ზედსართავებში, ვაანალიზებთ მათ მნიშვნელობას, მაგალითებს და გამოყენების ნიმუშებს. ძირითადი სიტყვის ბოლოს კონკრეტული სუფიქსების დართვით, შეგვიძლია ვაწარმოოთ ახალი ზედსართავი სახელები, რომლებიც გადმოსცემენ საგნის სხვადასხვა მნიშვნელობას, ნიუანსს და გრამატიკულ ფუნქციებს. ამ თემის შესწავლით, მკითხველი უფრო ღრმად შეაფასებს ინგლისური და ქართული ენების სიმდიდრესა და მრავალფეროვნებას.

ნაშრომში გამოყენებული კლასიფიკაციის მახასიათებლები და მათი შესაბამისი ტეგები ეფუძნება კოდირების საერთაშორისო სტანდარტს EAGLES (ენის საინჟინრო სტანდარტების საექსპერტო საკონსულტაციო ჯგუფი).

5. ნაშრომში განხილულია ზოგიერთი არათვლადი არსებითი სახელის მრავლობითი რიცხვის წარმოების საკითხები და მათი შესაბამისობები ქართულსა და ინგლისურში. ენობრივი მოვლენები გარკვეულ კანონზომიერებას ექვემდებარება, მაგრამ ზოგადი წესების გვერდით, არსებობს გამონაკლისებიც. ეს ეხება ისეთ არსებით სახელებს, რომლებიც არ დაითვლება, მაგრამ მათი მრავლობით რიცხვში ხმარება უკვე დამკვიდრებულია და არცთუ უმართებულოდ. მაგალითად, ნივთიერებათა სახელები, რომელთაც მრავლობითი რიცხვი არა აქვთ, მაგრამ იხმარება მინერალური წყლები, ქართული ღვინოები, ოქროების ზარდახშა, ხალხების ერთობა და ა.შ. განხილულია ანალოგიური საკითხი ინგლისურ შესატყვისობებთან დაკავშირებით.

საილუსტრაციოდ მოყვანილია რამდენიმე მაგალითი ორენოვანი (ინგლისურ-ქართული) კორპუსიდან.

6. ენობრივი პროცესის ცალკეული აქტების რეალიზაციის ყველაზე მარტივი და “ჩვეულებრივი” კონტექსტია დიალოგი ანუ ენობრივი გამონათქვამების “მიწოდება—მიღება” ორ პირს შორის: მოლაპარაკე გამოთქვამს რაღაც აზრს, “შინაარსს”, რომელიც “შეფუთულია” ენობრივი გამოხატულებებით; მსმენელი კი, თავის მხრივ, აანალიზებს ამ გამოხატულებას, რის შედეგადაც წვდება მასში “შეფუთულ” შინაარსს.

სიტუაციის ამსახველი ერთეულები, რომლებიც არ არიან წარმოდგენილი “აშკარა” ზმნის პირიანი ფორმის საშუალებით, ხშირად ერთმნიშვნელოვნად შეესაბამებიან რომელიმე სემანტიკურ როლს. ნაშრომის ძირითადი მიზანია ამგვარი სიტუაციის გამომხატველი შემადგენლების გამოყოფა და მათი მიმართებების განსაზღვრა

ნაშრომში ასევე მოცემულია სენტენციური პრიმიტივების გამოყოფისა და მათ შორის არსებული მიმართებების დადგენის მონახაზი.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

ავტორი/ავტორები; მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

7.2. სახელმძღვანელოები

ავტორი/ავტორები; სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

7.3. სტატიები

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI; ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი ISSN-ის მითითებით; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

მომხსენებელი/მომხსენებლები; მოხსენების სათაური; ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. Liana Lortkipanidze, Liana Samsonadze, Nino Amirezashvili; Generating Matches Between Georgian and English Nouns and Adjectives in a Grammatical Dictionary Software Application; ბათუმი, 4-9 სექტემბერი, 2023;

http://gmu.gtu.ge/conferences/wp-content/uploads/2023/09/Conference_GMU_2023_01.09.pdf

2. Anna Chutkerashvili, Liana Lortkipanidze, Nino Javashvili, Verb Markers for Georgian-English Automatic Dictionary; ბათუმი, 4-9 სექტემბერი, 2023;

http://gmu.gtu.ge/conferences/wp-content/uploads/2023/09/Conference_GMU_2023_01.09.pdf

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში ან სხვა გამოცემაში არ გამოქვეყნებულა)

8. 2. უცხოეთში

მომხსენებელი/მომხსენებლები; მოხსენების სათაური; ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში ან სხვა გამოცემაში არ გამოქვეყნებულა)

ვლ. ჭავჭავაძის სახ. ხელოვნური ინტელექტის პრობლემების განყოფილება

1. სახელმწიფო ბიუჯეტის პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების ჩამონათვალი:

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

დასახელება: სამკურნალო დიაგნოსტიკური მხარდამჭერი სისტემის შექმნა იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის ამოცანის გადასაწყვეტად.

დარგი: ინფორმატიკა.

მიმართულება: ხელოვნური ინტელექტი, ინტელექტუალური საინფორმაციო სისტემების მოდელები.

დაწყებისა და დამთავრების წლები: 2021-2023

2) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

მ. მიქელაძე – პროექტის ხელმძღვანელი,

ნ. ანანიაშვილი – ძირითადი შემსრულებელი, პროგრამისტი

ვ. რამიევსკი – ძირითადი შემსრულებელი,

ნ. ჯალიაბოვა – ძირითადი შემსრულებელი,

დ. რამიევსკი – ძირითადი შემსრულებელი, პროგრამისტი,

ი. ოკონიანი – ძირითადი შემსრულებელი,

ყ. ფაღავა - პროექტის კონსულტანტი სამედიცინო დარგში, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ბავშვთა და მოზარდთა მედიცინის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

დასახელება: სამკურნალო დიაგნოსტიკური მხარდამჭერი სისტემის შექმნა იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის ამოცანის გადასაწყვეტად.

დარგი: ინფორმატიკა.

მიმართულება: ხელოვნური ინტელექტი, ინტელექტუალური საინფორმაციო სისტემების მოდელები.

დაწყებისა და დამთავრების წლები: 2021-2023

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- მ. მიქელაძე – პროექტის ხელმძღვანელი,
- ნ. ანანიაშვილი – ძირითადი შემსრულებელი, პროგრამისტი
- ვ. რაძიევსკი – ძირითადი შემსრულებელი,
- ნ. ჯალიაბოვა – ძირითადი შემსრულებელი,
- დ. რაძიევსკი – ძირითადი შემსრულებელი, პროგრამისტი,
- ი. ოკონიანი – ძირითადი შემსრულებელი,
- ყ. ფაღავა – პროექტის კონსულტანტი სამედიცინო დარგში, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ბავშვთა და მოზარდთა მედიცინის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი.

დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

სამედიცინო დიაგნოსტიკების ამოცანა მიეკუთვნება არაფორმალიზებულ ამოცანათა კლასს და, შესაბამისად, ხასიათდება მონაცემებისა და ცოდნის არაერთმნიშვნელოვნებით, არასრულობითა და წინააღმდეგობრივობით. დიაგნოზის დასმისას ექიმი ეყრდნობა არამკაფიო თვისობრივ მონაცემებსა და მიმართებებს და იღებს გადაწყვეტილებას დინამიკურად ცვლადი მონაცემების პირობებში. ამასთან, დიაგნოზის დასმის პროცესი არ არის სრულად და მკაფიოდ ფორმალიზებული. იშვიათი დაავადებების შემთხვევაში დიაგნოსტიკების პროცესს ართულებს ის გარემოებაც, რომ მათი სიხშირე ძალზე დაბალია - ნაკლებია ვიდრე 1:2000 მთლიან პოპულაციაში, მათი რიცხვი აღემატება 7500, იშვიათი დაავადებები სხვადასხვა სამედიცინო დარგის საზღვარზეა - შესაბამისად ექიმები მათ კარგად არ იცნობენ. იგივე ფაქტორებით განპირობებულია იშვიათი დაავადებებისთვის ეფექტური მკურნალობის შერჩევის პრობლემა.

ასეთ სიტუაციაში აქტუალური ხდება იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკებისთვის განკუთვნილი სამკურნალო დიაგნოსტიკური მხარდაჭერი სისტემის შემუშავება, რომელშიც აკუმულირებული იქნება შესაბამის სფეროში დაგროვებული ცოდნა და გამოცდილება. ასეთი ინტელექტუალური სისტემა დაეხმარება ექიმებს სწორ და დროულ დიაგნოსტიკაში.

ზოგადად, სამედიცინო დიაგნოსტიკების პროცესი შეიძლება დაიყოს შემდეგ ეტაპებად:

I ეტაპი - პირველადი დიაგნოსტიკა. ეს ეტაპი იწყება ანამნეზის შეგროვებით: ინდივიდუუმის მახასიათებლები; დაავადების დაწყება, რასთანაა დაკავშირებული, რა გამოვლინებები ჰქონდა; თუ ჩატარდა გამოკვლევები, რა შედეგები იქნა მიღებული; თუ ჩატარდა რაიმე მკურნალობა, რა შედეგები იქნა მიღებული; ძირითადი ჩივილები. ამის შემდეგ ხორციელდება პაციენტის ფიზიკალური გამოკვლევა, რომელიც სრულდება გრძნობათა ორგანოების მეშვეობით. არსებული სიმპტომებისა და გამოვლენილი ნიშნების საფუძველზე ხორციელდება პირველადი დიაგნოსტიკა. შედეგად ვღებულობთ რამოდენიმე ე.წ. წინასწარ დიაგნოზს შესაბამისი ალბათობით - თუ რამდენად სავარაუდოა, რომ პაციენტის მდგომარეობა გამოწვეულია შესაბამისი დაავადებით.

II ეტაპი - ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული კვლევების დაგეგმვა. ამ ეტაპზე წინასწარი დიაგნოზების საფუძველზე ხდება ინსტრუმენტალური ან/და ლაბორატორიული გამოკვლევების დაგეგმვა ამ დიაგნოზების დასაზუსტებლად.

III ეტაპი - დიფერენციული დიაგნოსტიკა. ამ ეტაპზე ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული კვლევების შედეგების გათვალისწინებით ხდება წინასწარი დიაგნოზებისა და მათი ალბათობების დაზუსტება და მათ შორის ყველაზე სავარაუდო (ყველაზე მაღალი ალბათობის მქონე) დიაგნოზების არჩევა. ამ ამორჩეული დიაგნოზებიდან უნდა შევარჩიოთ ე.წ. საბოლოო დიაგნოზი ამ ეტაპზე. შესაბამისი ალბათობა ახასიათებს მიღებული გადაწყვეტილების სარწმუნოებას, სანდოობას.

სამედიცინო დიაგნოსტიკების განსახორციელებლად ინტელექტუალური სისტემის ცოდნის ბაზა უნდა შეიცავდეს იშვიათი დაავადებების ფორმალიზებულ აღწერილობას. ეს აღწერილობა უნდა ასახავდეს მიზეზ-შედეგობრივი კავშირებს დაავადებებსა და სიმპტომებს/ნიშნებს შორის, დაავადებებსა და ინსტრუმენტალურ/ლაბორატორიულ კვლევებსა და მათ შედეგებს შორის.

მოცემულ სამუშაოში ცოდნის წარმოსადგენად გამოყენებულია მიზეზ-შედეგობრივი სემანტიკური ქსელი, ხოლო პირველადი დიაგნოსტიკების პროცესის მოდელირებისთვის - მიზეზ-შედეგობრივი ანალიზი სემანტიკური ქსელის საფუძველზე.

პირველადი დიაგნოსტიკების ამოცანის გადასაწყვეტად დაავადებების ფორმალიზებული აღწერა შედგენილ იქნა ექსპერტული ცოდნის საფუძველზე. ეს ცოდნა წარმოადგენს თითოეული დაავადების ძირითად სადიაგნოსტიკო კრიტერიუმებს მათი სადიაგნოსტიკო წონების მითითებით.

ამ სამედიცინო ცოდნის წარმოსადგენად ჩვენ გამოვიყენეთ მიზეზ-შედეგობრივი სემანტიკური ქსელები: S წვეროები წარმოადგენენ სიმპტომებს/ნიშნებს, D წვეროები - დაავადებებს, ხოლო რკალები - არამკაფიო მიმართებას „შესაძლო შედეგი“. თითოეულ რკალს მიეწერება K_{ij} სადიაგნოსტიკო წონა - i -ური წონა j -ური დაავადების შემთხვევაში. K_{ij} კოეფიციენტი ასახავს სარწმუნოების ხარისხს იმისა, რომ S_i სიმპტომი D_j დაავადების შედეგია, ანუ თუ ავადმყოფს აღენიშნება S_i სიმპტომი, რამდენად სარწმუნოა, რომ მას აქვს D_j დაავადება.

ასეთ ქსელში დასკვნის გამოსატანად ვიყენებთ მიზეზ-შედეგობრივ ანალიზს, რომელიც შედგება 2 ეტაპისგან:

I. ჰიპოთეზის წამოყენება: D_j ჰიპოთეზების შეფასება A პაციენტის შემთხვევაში, ანუ იმ სიმპტომების/ნიშნების საფუძველზე, რომლებიც A პაციენტს აღენიშნება:

$$W_{D_j} = \frac{1}{N_{A \cap D_j}} \sum_{S_i \in A \cap D_j} K_{ij}$$

ფაქტობრივად, D_j ჰიპოთეზის შეფასება გამოითვლება როგორც ყველა იმ რკალის კოეფიციენტის საშუალო არითმეტიკული, რომელიც გამოდის D_j წვეროდან და მიემართება იმ S_i სიმპტომებისკენ/ნიშნებისკენ, რომლებიც აღენიშნება A ავადმყოფს.

უდიდესი შეფასების მქონე D_j წვეროები წარმოადგენენ წინასწარ დიაგნოზებს, ხოლო შესაბამისი W_{D_j} შეფასებები ამ დიაგნოზების სარწმუნოებას, სანდოობას.

II. ჰიპოთეზის დახვეწა: D_j წინასწარი დიაგნოზის მიხედვით ახალი სიმპტომების/ნიშნების მოძიება - ანუ აღენიშნება თუ არა A პაციენტს D_j დაავადების სხვა სიმპტომები/ნიშნები, რომლებიც მანამდე მას არ დაუსახელებია. და შემდეგ ახალი მონაცემების საფუძველზე D წვეროების ახალი შეფასებების გამოთვლა. ფაქტობრივად, ამ ეტაპზე ხდება წინასწარი დიაგნოზების სარწმუნოების დაზუსტება.

ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული კვლევების დაგეგმვის ეტაპისთვის განკუთვნილი ცოდნის წარმოსადგენად მიზეზ-შედეგობრივი სემანტიკური ქსელი ავირჩიეთ. შესაბამისი სემანტიკურ ქსელს აქვს შემდეგი სახე: თითოეული L წვერო, რომელიც დაკავშირებულია D დაავადებასთან, წარმოადგენს ამ დაავადების დასადასტურებლად ჩასატარებელ რაიმე გამოკვლევას. შესაბამისი მიმართებათა მატრიცა შეიცავს C_{ij} კოეფიციენტებს, სადაც C_{ij} კოეფიციენტი ასახავს სარწმუნოების ხარისხს იმისა, რომ L_i გამოკვლევის შედეგი D_j დაავადებით არის გამოწვეული, ანუ თუ ავადმყოფის ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული გამოკვლევისას მივიღეთ L_i შედეგი, რამდენად სარწმუნოა, რომ მას აქვს D_j დაავადება.

კვლევების დაგეგმვისთვის ვიყენებთ პირველადი დიაგნოსტიკების ეტაპზე მიღებულ შედეგებს.

I. პირველადი დიაგნოსტიკების ეტაპი: A პაციენტის სიმპტომების საფუძველზე ჰიპოთეზების შეფასება და რამოდენიმე უდიდესი შეფასების მქონე D_j წვეროების ამორჩევა, რომლებიც წინასწარ დიაგნოზებს წარმოადგენენ;

II. კვლევის დაგეგმვის ეტაპი: ამ D_j წვეროებთან დაკავშირებული L_i წვეროები წარმოადგენენ იმ გამოკვლევებს, რომლებიც საჭიროა წინასწარი დიაგნოზის დასაზუსტებლად. ამ გამოკვლევების შედეგების მიხედვით მოხდება D წვეროების ახალი შეფასება და წინასწარი დიაგნოზის დაზუსტება დიფერენციალური დიაგნოსტიკების ეტაპზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ კონკრეტულ D წვეროსთან დაკავშირებული გამოკვლევების ჩატარების რიგითობა დამოკიდებულია შემდეგ ძირითად ფაქტორებზე, რომელთა წონას იძლევა ექსპერტი:

1. ინფორმატიულობა - რამდენად სრულ ინფორმაციას გვაწვდის გამოსაკვლევ ობიექტზე;
2. ღირებულება;
3. ხელმისაწვდომობა - რამდენად შესაძლებელია მოცემულ სიტუაციაში გამოკვლევის ჩატარება;
4. ვადა - რამდენად სწრაფად შეიძლება გამოკვლევის შედეგის მიღება;
5. უსაფრთხოება - რამდენად უსაფრთხოა პაციენტისთვის.

თუ ჩვენ განვიხილავთ რომელიმე კრიტერიუმის მიხედვით კვლევების ამორჩევას, მაგალითად ფასის მიხედვით ავირჩევთ იმ კვლევებს რომლებიც უზრუნველყოფენ თითოეულ დიაგნოზს 1

კვლევით მაინც, ამასთან ამორჩეული კვლევების ჯამური ღირებულება იქნება მინიმალური, მაშინ ჩვენ მივიღებთ ოპტიმიზაციის კარგად ცნობილ მინიმალური დაფარვის ამოცანას.

საზოგადოდ თუ სულ გვაქვს N წინასწარი დიაგნოზი: $D_1, D_2, \dots, D_N$ და ამ დიაგნოზებისათვის საჭირო M კვლევა: $L_1, L_2, \dots, L_M$, მაშინ, მინიმალური ჯამური ღირებულების ამოსარჩევი ამოცანა ფორმალური სახით შეგვიძლია ჩავწეროთ შემდეგნაირად:

უნდა მოვახდინოთ მიზნის ფუნქციის მინიმიზაცია:

$$f(x) = \sum_{j=1}^M c_j \cdot x_j$$

შემდეგი შეზღუდვების გათვალისწინებით:

$$\sum_{j=1}^M a_{ij} \cdot x_j \geq 1, \quad i = 1, \dots, N, \quad x_j \in \{0, 1\}, \quad j = 1, \dots, M,$$

აქ x_j ცვლადი უდრის 1-ს, თუ L_j სვეტი შედის დაფარვაში და უდრის 0-ს წინააღმდეგ შემთხვევაში.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ მივიღეთ დისკრეტული ოპტიმიზაციის ამოცანა, რომელიც მიეკუთვნება NP-რთული ამოცანების კლასს. ამ ამოცანების ზუსტი ამოხსნისათვის გარდა მისი კერძო შემთხვევებისა არ არსებობს ეფექტური ალგორითმი. ამ ამოცანის ზუსტი ამოხსნა გულისხმობს სრულ გადარჩევას, ამოხსნის დრო დამოკიდებულია ამოცანის ზომებზე და ის შესაძლოა ძლიერ გაიზარდოს ამოცანის ზომის ზრდასთან ერთად. ანუ როდესაც M და N დიდი რიცხვებია, სრული გადარჩევა რეალურ დროში შეუძლებელია.

თუ ჩვენ განვიხილავთ რამდენიმე კრიტერიუმის მიხედვით კვლევების ამორჩევას, მაშინ გვაქვს მრავალკრიტერიული არჩევანის ამოცანა. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად გამოიყენება გადაწყვეტილების მიღების მრავალკრიტერიული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიაზე.

ვთქვათ, გვაქვს r გამოკვლევა, რომლებიც დაკავშირებულია კონკრეტულ დაავადებასთან. თითოეული გამოკვლევა ფასდება ექიმის მიერ ზემოთ მოყვანილი 5 კრიტერიუმის მიხედვით. შეფასება μ_{ij} , $i=1, \dots, 5$, $j=1, \dots, r$ ღებულობს მნიშვნელობას $[0,1]$ შუალედიდან და წარმოადგენს L_j გამოკვლევის Q_i არამკაფიო სიმრავლისადმი მიკუთვნების ხარისხს, სადაც Q_i არამკაფიო სიმრავლე ასახავს გამოკვლევების რიგითობას i -ური კრიტერიუმის მიხედვით:

$$Q_i = \left\{ \frac{\mu_{i1}}{L_1} \dots \frac{\mu_{ir}}{L_r} \right\}, \quad i=1, \dots, 5, \quad j=1, \dots, r.$$

Q არამკაფიო სიმრავლე, რომელიც ასახავს გამოკვლევების რიგითობას ყველა კრიტერიუმის მიხედვით, მიიღება როგორც Q_i არამკაფიო სიმრავლეების გადაკვეთა:

$$Q = \{\mu_1 \dots \mu_r\} = Q_1 \cap Q_2 \cap Q_3 \cap Q_4 \cap Q_5 = \left\{ \frac{\min \mu_{i1}}{L_1} \dots \frac{\min \mu_{ir}}{L_r} \right\}.$$

პირველ რიგში ჩასატარებელი გამოკვლევის სახით უნდა არჩეულ იქნას L_j გამოკვლევა, რომლის Q არამკაფიო სიმრავლისადმი მიკუთვნების ხარისხი მაქსიმალურია. ამ შემთხვევაში L_j გამოკვლევა უზრუნველყოფს მაქსიმალურ მიზანშეწონილობას ყველა კრიტერიუმის მიხედვით.

დიფერენციული დიაგნოსტიკების ამოცანის გადასაწყვეტად ისევ ვიყენებთ მიზეზ-შედეგობრივი ანალიზს შესაბამისი სემანტიკური ქსელის მიხედვით (ნახ.5 ბ):

დაგეგმილი ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული კვლევების შედეგების საფუძველზე ხდება D_j წინასწარი დიაგნოზების შეფასება:

$$W_{D_j} = \frac{1}{N_{L \cap D_j}} \sum_{L_i \in L \cap D_j} C_{ij},$$

სადაც L - დაგეგმილი კვლევების სიმრავლეა.

წინასწარ დიაგნოზებს შორის უდიდესი შეფასების მქონე D_j წევრო წარმოადგენს საბოლოო დიაგნოზს, ხოლო შესაბამისი W_{D_j} შეფასება ამ დიაგნოზის სარწმუნოობას, სანდოობას. დინამიური

მეთვალყურეობა იძლევა დამატებით ინფორმაციას, რაც ზოგიერთ შემთხვევაში დიაგნოზის შეცვლის საფუძველია.

მკურნალობის შერჩევასთან დაკავშირებული ცოდნის წარმოსადგენად გამოყენებულ იქნა შემდეგი სახის სემანტიკური ქსელი: ამ ქსელის წვეროები წარმოადგენენ მკურნალობის „სამიზნებს“ და სამკურნალო ჩარევების/წამლების კომპლექსებს, ხოლო რკალები მიუთითებენ, თუ რომელი სამკურნალო კომპლექსი გამოიყენება ამა თუ იმ „სამიზნის“ შემთხვევაში. თითოეულ რკალს მიეწერება წონა, რომელიც ასახავს სამკურნალო კომპლექსის ეფექტურობას შესაბამისი „სამიზნის“ მკურნალობისას.

იშვიათი დაავადებების შემთხვევაში მთავარი სირთულე მდგომარეობს იმაში, რომ ექიმები ნაკლებად ფლობენ ინფორმაციას ამ დაავადებებზე - როგორც შესაძლო გამოვლინებებზე, ასევე სამკურნალო საშუალებებზე და მათ ეფექტურობაზე. შესაბამისად, შეუძლებელი ხდება ზემოთ აღწერილი მოდელის გამოყენება მკურნალობის პროცესის მოდელირებისას.

ამ პრობლემის გადასაწყვეტად შემოთავაზებული გვაქვს რამოდენიმე მეთოდი, რომლების საშუალებით შესაძლებელია სამკურნალო კომპლექსების ფორმირება, მათი წონების განსაზღვრა და პაციენტისთვის სამკურნალო კომპლექსის შერჩევა მისი ინდივიდუალური თავისებურებების გათვალისწინებით.

სამკურნალო ჩარევების/წამლების კომპლექსის ფორმირება. იშვიათი დაავადებების შემთხვევაში დაავადების საბოლოო განმკურნება შეუძლებელია, რადგან მიზეზზე ზემოქმედება ვერ ხერხდება. იშვიათი დაავადებების დროს ძირითადად მიმართავენ სიმპტომურ მკურნალობას, რომ როგორმე შეუმსუბუქონ პაციენტს მდგომარეობა.

სიმპტომური მკურნალობის დროს წამოიჭრება შემდეგი ამოცანა. სიმპტომების ნაკრების საფუძველზე უნდა შეირჩეს წამლების ისეთი ნაკრები, რომელიც იმოქმედებს არსებულ ყველა სიმპტომზე, არ მოხდება სხვადასხვა წამლის მიერ ერთდროულად სიმპტომზე ზემოქმედების დუბლირება და ნაკრებში შემავალი წამლების რაოდენობა იქნება მინიმალური.

ეს არის უმცირესი დაფარვის ამოცანა, მისი ზუსტი ამოხსნისთვის საჭიროა შესაძლო ამოხსნების სრული გადარჩევა, რაც შეუძლებელია ამოცანის დიდი ზომის შემთხვევაში. ამიტომ ამ ამოცანის ამოხსნისთვის იყენებენ მიახლოებით ალგორითმებს, რომლებიც ზუსტ ამოხსნასთან მიახლოებულ ამოხსნებს იძლევიან შედარებით მცირე დროში.

სამკურნალო კომპლექსების წონების განსაზღვრა. ზემოთ განხილულ მოდელში, სამკურნალო საშუალებათა ყოველი M_i კომპლექსი ხასიათდებოდა W_i წონით. W_i წონა წარმოადგენს სამკურნალო საშუალებების ნაკრების კომპლექსურ შეფასებას სხვადასხვა კრიტერიუმების მიხედვით (ეფექტიანობა, ტოქსიკურობა, სწრაფქმედება, გვერდითი მოვლენები და ა.შ.) ამ წონებს ექიმი-ექსპერტი იძლევა თავისი ცოდნის და გამოცდილების გათვალისწინებით.

იშვიათი დაავადებების შემთხვევაში ასეთი გამოცდილება ექიმებს ნაკლებად აქვთ. თუმცა, ცნობილია ცალკეული წამლების ეფექტიანობა ამა თუ იმ კრიტერიუმის მიხედვით და ამ ინფორმაციის საფუძველზე შესაძლებელია სამკურნალო საშუალებების კომპლექსური, ანუ ყველა კრიტერიუმის მიხედვით შეფასების განსაზღვრა. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად გამოყენებულია მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიაზე.

ვთქვათ, გვაქვს r სამკურნალო ჩარევების კომპლექსი, რომელთაგან თითოეული ფასდება ექსპერტის მიერ სხვადასხვა $Q_1, Q_2, \dots, Q_m$ კრიტერიუმების მიხედვით. შეფასება $\mu_{ij}, i=1, \dots, m, j=1, \dots, r$ დებულობს მნიშვნელობას $[0,1]$ შუალედიდან და წარმოადგენს M_j კომპლექსის Q_i არამკაფიო სიმრავლისადმი მიკუთვნების ხარისხს, სადაც Q_i არამკაფიო სიმრავლე ასახავს სამკურნალო კომპლექსების შეფასებას i -ური კრიტერიუმის მიხედვით [4]:

$$Q_i = \left\{ \frac{\mu_{i1}}{M_1} \dots \frac{\mu_{ir}}{M_r} \right\}, i=1, \dots, m, j=1, \dots, r.$$

Q არამკაფიო სიმრავლე, რომელიც ასახავს ჩარევების კომპლექსურ შეფასებას ყველა კრიტერიუმის მიხედვით, მიიღება როგორც Q_i არამკაფიო სიმრავლეების გადაკვეთა:

$$Q = \{ \mu_1 \dots \mu_r \} = Q_1 \cap Q_2 \cap \dots \cap Q_m = \left\{ \frac{\min_i \mu_{i1}}{M_1} \dots \frac{\min_i \mu_{ir}}{M_r} \right\}$$

შესაბამისად, M_j კომპლექსის Q არამკაფიო სიმრავლისადმი მიკუთვნების ხარისხი შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ამ კომპლექსის W_j წონა.

სამკურნალო კომპლექსის შერჩევა პაციენტის ინდივიდუალური თავისებურებების გათვალისწინებით. ერთერთი მოთხოვნა მკურნალობის მიმართ - მკურნალობა უნდა იყოს ინდივიდუალიზირებული. შესაბამისად, უკვე ფორმირებული და შეფასებული სამკურნალო საშუალებების კომპლექსებიდან უნდა შეირჩეს ისეთი, რომელიც გაითვალისწინებს კონკრეტული პაციენტის მდგომარეობას და მის თავისებურებებს. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად ჩვენ შევიმუშავეთ შემდეგი მეთოდი.

ვთქვათ, კონკრეტული პაციენტის მდგომარეობა წარმოდგეილია S ვექტორის სახით, რომლის $s_1, s_2 \dots s_m$ კომპონენტები წარმოადგენენ პაციენტის შესაძლო თავისებურებებს, რომლებიც ყურადსაღებია მოცემული დაავადების მკურნალობისას. თითოეული $s_i, i = 1, \dots, m$ მნიშვნელობის სახით ღებულობს ან 1 - თუ შესაბამისი თავისებურება აღენიშნება კონკრეტულ პაციენტს, და 0 - წინააღმდეგ შემთხვევაში.

ყოველი M_j სამკურნალო კომპლექსი ხასიათდება დადებითი ზემოქმედების c_{ij} ეფექტიანობით s_i თავისებურების პირობებში, $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$. C მატრიცა (ნახ.3) წარმოადგენს სამკურნალო კომპლექსების ეფექტიანობას ამა თუ იმ თავისებურების პირობებში. კონკრეტული პაციენტის პირობებში საუკეთესო სამკურნალო კომპლექსის გამოსავლენად ვიყენებთ „შეწონილი ხმების დათვლას“. „ხმებს“ ვითვლით თითოეული სვეტისთვის, ოღონდ ხმის მიცემაში მონაწილეობას მიიღებენ მხოლოდ ის სტრიქონები, რომლებიც შეესაბამებიან ამ კონკრეტული პაციენტის თავისებურებებს, ანუ სადაც $s_i = 1$.

$$\begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_m \end{matrix} \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \dots & M_n \\ c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{bmatrix}$$

ნახ.3

ამისათვის საკმარისია ვიპოვოთ პაციენტის მდგომარეობის S ვექტორის და სამკურნალო კომპლექსების ეფექტიანობის C მატრიცის ნამრავლი $D = (d_1 d_2 \dots d_n)$:

$$D = S \cdot C, \quad d_j = \sum_{i=1}^m s_i c_{ij}, \quad j = 1, \dots, n$$

აქ d_j წარმოადგენს j -ური სამკურნალო კომპლექსისთვის დათვლილ „ხმების შეწონილ ჯამს“.

„ხმების შეწონილი ჯამის“ და თვით სამკურნალო კომპლექსების W_j წონების გათვალისწინებით მოცემული პაციენტისთვის ყველაზე მიზანშეწონილად ჩაითვლება M^* სამკურნალო კომპლექსი, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას:

$$W^* \cdot d^* = \max_j (W_j \cdot d_j).$$

3. შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

3.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.

2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

3.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

დასრულებული კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

4.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

4.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

დასრულებული კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

5. პატენტები (არსებობის შემთხვევაში):

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

საპატენტო თემატიკის სათაური; გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები; პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

5.2. ეროვნული პატენტები

საპატენტო თემატიკის სათაური; გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები; პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

ავტორი/ავტორები; მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

6.2. სახელმძღვანელოები

ავტორი/ავტორები; სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

6.3. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI (არსებობის შემთხვევაში); ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1. მ. მიქელაძე, დ. რაძიევსკი, ნ. ჯალიაბოვა, ყ. ფაღავა. ცოდნის წარმოდგენა იშვიათი დაავადებების მკურნალობის ინტელექტუალურ სისტემაში. DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №27, თბ, „დამანი“, 4 გვ.
2. ვ. რაძიევსკი, მ. მიქელაძე, დ. რაძიევსკი, ი. ოკონიანი. სამედიცინო მხარდამჭერი ინტელექტუალური სისტემის შექმნა მკურნალობის ამოცანათა გადასაწყვეტად. DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №27, თბ, „დამანი“, 6 გვ.
3. ვ. რაძიევსკი, მ. მიქელაძე, დ. რაძიევსკი, ი. ოკონიანი. სამკურნალო პრეპარატების არჩევა „იდეალურ პრეპარატთან“ მათი სიახლოვის საფუძველზე. DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №27, თბ, „დამანი“, 4 გვ.

4. ნ. ანანიაშვილი, მ. მიქელაძე. იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკისათვის საჭირო ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული კვლევების ეფექტური დაგეგმვა. DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №27, თბ, „დამანი“, 7 გვ.
5. ნ. ანანიაშვილი, მ. მიქელაძე. იშვიათი დაავადებების სიმპტომატური მკურნალობის შერჩევა. DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765>, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №27, თბ, „დამანი“, 5 გვ.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. ნაშრომში განიხილება მკურნალობის შერჩევის ამოცანა. შემოთავაზებულია ინტელექტუალურ სისტემაში ცოდნის წარმოდგენის მოდელი, რომელიც დაკავშირებულია დაავადებების მკურნალობასთან და ითვალისწინებს მკურნალობის ზოგად პრინციპებს, აქცენტით იშვიათ დაავადებებზე. მკურნალობასთან დაკავშირებული ცოდნის წარმოსადგენად გამოყენებულია სემანტიკური ქსელი, რომლის წვეროები წარმოადგენენ მკურნალობის „სამიზნეებს“ - დაავადების მიზეზებს, პათოლოგიურ მექანიზმებს და გამოვლინებებს სინდრომებისა თუ ცალკეული სიმპტომის სახით, და შესაბამისი სამკურნალო ჩარევების/წამლების კომპლექსებს. სამკურნალო კომპლექსში ჩარევები წარმოდგენილია ჯგუფების სახით. შემოთავაზებულია ჯგუფის შიგნით მრავალი კრიტერიუმის მიხედვით საუკეთესო ჩარევის შერჩევის მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიაზე.
2. განიხილება სამედიცინო მხარდამჭერი ინტელექტუალური სისტემის მოდელი მკურნალობის ამოცანის გადასაწყვეტად. ამოცანის ამოსახსნელად გამოიყენება ცოდნის წარმოდგენის სემანტიკური ქსელი, რომლის წვეროები წარმოადგენენ სიმპტომებსა და სამკურნალო პრეპარატებს, ხოლო რკალები დამოკიდებულებებს, რომლებიც ასახავენ პრეპარატების ზემოქმედებას დარღვევების მიმართ. სემანტიკური ქსელი წარმოიდგინება ნულ-ერთეულოვანი მატრიცის სახით. არამკაფიო ცოდნის შემთხვევაში ქსელის რკალებს და შესაბამისი მატრიცის ელემენტებს მიწერებათ წონითი კოეფიციენტები. სამუშაოს ერთ მეთოდში ოპტიმალური წამლის ასარჩევად გამოიყენება ალგებრული ოპერაციები მატრიცებზე და მეორეში არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის მეთოდები. ორივე შემთხვევაში წამალთა შეფასება ხორციელდება მრავალი კრიტერიუმების საფუძველზე.
3. განიხილება სამკურნალო პრეპარატების არჩევა მათი შედარების საფუძველზე „იდეალურ პრეპარატთან“. მოცემულია „იდეალური პრეპარატის“ განსაზღვრება. ხაზგასმულია რომ „იდეალური“ სამკურნალო პრეპარატი ისევე, როგორც რეალური პრეპარატი წარმოიდგინება ვექტორის სახით. ამ ვექტორის კომპონენტები წარმოადგენენ რიცხვებს, რომლებიც აჩვენებენ „იდეალური პრეპარატის“ ზემოქმედებას სიმპტომებზე. ეფექტიანი წამლის ასარჩევად ხორციელდება რეალურად არსებული სამკურნალო პრეპარატების შედარება „იდეალურთან“. აირჩევა სამკურნალო პრეპარატი, რომელიც ეფექტიანობის თვალსაზრისით ყველაზე ახლოსაა იდეალურთან.
4. ნაშრომში განხილულია იშვიათი დაავადებების დიფერენციალური დიაგნოსტიკისათვის საჭირო ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული კვლევების ეფექტური დაგეგმვის ამოცანა. თითოეული კვლევა ფასდება რომელიმე ერთი კრიტერიუმის მიხედვით როგორიცაა: ინფორმატიულობა, ღირებულება, ხელმისაწვდომობა, ვადა, უსაფრთხოება. ჩვენი მიზანია შევარჩიოთ ამ კრიტერიუმის მიხედვით საუკეთესო კვლევების ნაკრები, რომელიც მოიცავს ყველა სასურველ დიაგნოზს. ეს ამოცანა წარმოადგენს მინიმალური დაფარვის ამოცანას, რომლის გადასაწყვეტად შემოთავაზებულია ევრისტიული ალგორითმი. იმისდა მიხედვით თუ რა დიაგნოზებს განიხილავს ექიმი და რა კრიტერიუმით აფასებს კვლევებს, ჩვენს მიერ შემუშავებული ალგორითმი ამოარჩევს ყველაზე მიზანშეწონილი კვლევების ნაკრებს. ალგორითმი რეალიზებულია როგორც იშვიათი დაავადებების სამკურნალო დიაგნოსტიკური ინტელექტუალური სისტემის შესაბამისი კომპონენტი.
5. იშვიათი დაავადებების დროს ძირითადად მიმართავენ სიმპტომატურ მკურნალობას, რადგან მიზეზზე ზემოქმედება ვერ ხერხდება. ნაშრომში წარმოდგენილია მეთოდი, რომელიც პაციენტის სიმპტომებისა და მედიკამენტების გარკვეული ჩამონათვლის საფუძველზე ამოარჩევს რომელიმე ერთი კრიტერიუმის მიხედვით წამლების საუკეთესო ნაკრებს, რომელიც იმოქმედებს პაციენტის

ყველა სიმპტომზე. იშვიათი დაავადების შემთხვევაში შემოთავაზებული მეთოდი ექიმს დაეხმარება შეურჩიოს პაციენტს ოპტიმალური სიმპტომატური მკურნალობა.

6.4. სტატიები ჟურნალის/კრებულის ISSN-ის მითითებით

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური; ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი ISSN-ის მითითებით (არსებობის შემთხვევაში); გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1. მ. მიქელაძე, დ. რაძიევსკი, ყ. ფაღავა. იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემის შემუშავება მიზეზ-შედეგობრივი სემანტიკური ქსელების საფუძველზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 100 და ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის 65 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „ინოვაციები და თანამედროვე გამოწვევები - 2022“, შრომათა კრებული, ISBN 978-9941-28-944-6, თბ, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 5 გვ.
2. მ. მიქელაძე, დ. რაძიევსკი, ნ. ჯალიაბოვა, ყ. ფაღავა. ცოდნის წარმოდგენა იშვიათი დაავადებების მკურნალობის ინტელექტუალურ სისტემაში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №27, ISSN 0135-0765, თბ, „დამანი“, 4 გვ.
3. ვ. რაძიევსკი, მ. მიქელაძე, დ. რაძიევსკი, ი. ოკონიანი. სამედიცინო მხარდამჭერი ინტელექტუალური სისტემის შექმნა მკურნალობის ამოცანათა გადასაწყვეტად. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №27, ISSN 0135-0765, თბ, „დამანი“, 6 გვ.
4. ვ. რაძიევსკი, მ. მიქელაძე, დ. რაძიევსკი, ი. ოკონიანი. სამკურნალო პრეპარატების არჩევა „იდეალურ პრეპარატთან“ მათი სიახლოვის საფუძველზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №27, ISSN 0135-0765, თბ, „დამანი“, 4 გვ.
5. ნ. ანანიაშვილი, მ. მიქელაძე. იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკისათვის საჭირო ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული კვლევების ეფექტური დაგეგმვა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №27, ISSN 0135-0765, თბ, „დამანი“, 7 გვ.
6. ნ. ანანიაშვილი, მ. მიქელაძე. იშვიათი დაავადებების სიმპტომატური მკურნალობის შერჩევა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №27, ISSN 0135-0765, თბ, „დამანი“, 5 გვ.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკა საკმაოდ რთულია. სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემის შემუშავება ამ ამოცანას გაუადვილებს სამედიცინო დარგის სპეციალისტებს. ინტელექტუალური სისტემის შემუშავებისას ცოდნის წარმოსადგენად გამოყენებულია მიზეზ-შედეგობრივი სემანტიკური ქსელი, ხოლო დიაგნოსტიკის პროცესის მოდელირებისთვის - მიზეზ-შედეგობრივი ანალიზი სემანტიკური ქსელის საფუძველზე. იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემა დაეხმარება ექიმებს იშვიათი დაავადებების სწორ და დროულ დიაგნოსტიკაში.
2. ნაშრომში განიხილება მკურნალობის შერჩევის ამოცანა. შემოთავაზებულია ინტელექტუალურ სისტემაში ცოდნის წარმოდგენის მოდელი, რომელიც დაკავშირებულია დაავადებების მკურნალობასთან და ითვალისწინებს მკურნალობის ზოგად პრინციპებს, აქცენტით იშვიათ დაავადებებზე. მკურნალობასთან დაკავშირებული ცოდნის წარმოსადგენად გამოყენებულია სემანტიკური ქსელი, რომლის წვეროები წარმოადგენენ მკურნალობის „სამიზნეებს“ - დაავადების მიზეზებს, პათოლოგიურ მექანიზმებს და გამოვლინებებს სინდრომებისა თუ ცალკეული სიმპტომის სახით, და შესაბამისი სამკურნალო ჩარევების/წამლების კომპლექსებს. სამკურნალო კომპლექსში ჩარევები წარმოდგენილია ჯგუფების სახით. შემოთავაზებულია ჯგუფის შიგნით

მრავალი კრიტერიუმის მიხედვით საუკეთესო ჩარევის შერჩევის მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიაზე.

3. განიხილება სამედიცინო მხარდამჭერი ინტელექტუალური სისტემის მოდელი მკურნალობის ამოცანის გადასაწყვეტად. ამოცანის ამოსახსნელად გამოიყენება ცოდნის წარმოდგენის სემანტიკური ქსელი, რომლის წვეროები წარმოადგენენ სიმპტომებსა და სამკურნალო პრეპარატებს, ხოლო რკალები დამოკიდებულებებს, რომლებიც ასახავენ პრეპარატების ზემოქმედებას დარღვევების მიმართ. სემანტიკური ქსელი წარმოადგენს ნულ-ერთეულოვანი მატრიცის სახით. არამკაფიო ცოდნის შემთხვევაში ქსელის რკალებს და შესაბამისი მატრიცის ელემენტებს მიწერებათ წონითი კოეფიციენტები. სამუშაოს ერთ მეთოდში ოპტიმალური წამლის ასარჩევად გამოიყენება ალგებრული ოპერაციები მატრიცებზე და მეორეში არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის მეთოდები. ორივე შემთხვევაში წამალთა შეფასება ხორციელდება მრავალი კრიტერიუმების საფუძველზე.
4. განიხილება სამკურნალო პრეპარატების არჩევა მათი შედარების საფუძველზე “იდეალურ პრეპარატთან”. მოცემულია „იდეალური პრეპარატის“ განსაზღვრება. ხაზგასმულია რომ „იდეალური“ სამკურნალო პრეპარატი ისევე, როგორც რეალური პრეპარატი წარმოადგენს ვექტორის სახით. ამ ვექტორის კომპონენტები წარმოადგენენ რიცხვებს, რომლებიც აჩვენებენ „იდეალური პრეპარატის“ ზემოქმედებას სიმპტომებზე. ეფექტიანი წამლის ასარჩევად ხორციელდება რეალურად არსებული სამკურნალო პრეპარატების შედარება „იდეალურთან“. აირჩევა სამკურნალო პრეპარატი, რომელიც ეფექტიანობის თვალსაზრისით ყველაზე ახლოსაა იდეალურთან.
5. ნაშრომში განხილულია იშვიათი დაავადებების დიფერენციალური დიაგნოსტიკისათვის საჭირო ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული კვლევების ეფექტური დაგეგმვის ამოცანა. თითოეული კვლევა ფასდება რომელიმე ერთი კრიტერიუმის მიხედვით როგორცაა: ინფორმატიულობა, ღირებულება, ხელმისაწვდომობა, ვადა, უსაფრთხოება. ჩვენი მიზანია შევარჩიოთ ამ კრიტერიუმის მიხედვით საუკეთესო კვლევების ნაკრები, რომელიც მოიცავს ყველა სასურველ დიაგნოზს. ეს ამოცანა წარმოადგენს მინიმალური დაფარვის ამოცანას, რომლის გადასაწყვეტად შემოთავაზებულია ევრისტიული ალგორითმი. იმისდა მიხედვით თუ რა დიაგნოზებს განიხილავს ექიმი და რა კრიტერიუმით ფასებს კვლევებს, ჩვენს მიერ შემუშავებული ალგორითმი ამოარჩევს ყველაზე მიზანშეწონილი კვლევების ნაკრებს. ალგორითმი რეალიზებულია როგორც იშვიათი დაავადებების სამკურნალო დიაგნოსტიკური ინტელექტუალური სისტემის შესაბამისი კომპონენტი.
6. იშვიათი დაავადებების დროს ძირითადად მიმართავენ სიმპტომატურ მკურნალობას, რადგან მიზეზზე ზემოქმედება ვერ ხერხდება. ნაშრომში წარმოდგენილია მეთოდი, რომელიც პაციენტის სიმპტომებისა და მედიკამენტების გარკვეული ჩამონათვლის საფუძველზე ამოარჩევს რომელიმე ერთი კრიტერიუმის მიხედვით წამლების საუკეთესო ნაკრებს, რომელიც იმოქმედებს პაციენტის ყველა სიმპტომზე. იშვიათი დაავადების შემთხვევაში შემოთავაზებული მეთოდი ექიმს დაეხმარება შეურჩიოს პაციენტს ოპტიმალური სიმპტომატური მკურნალობა.

7. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

ავტორი/ავტორები; მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

7.2. სახელმძღვანელოები

ავტორი/ავტორები; სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

7.3. სტატიები

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI; ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი ISSN-ის მითითებით; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

მომხსენებელი/მომხსენებლები; მოხსენების სათაური; ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. მ. მიქელაძე. ხელოვნური ინტელექტის მეთოდების გამოყენება იშვიათი დაავადებების მკურნალობის მართვაში; 12-13 ოქტომბერი 2023 წ., თბილისი.
2. ვ. რაძიევსკი. ინტელექტუალური მხარდაჭერი სისტემის მოდელი სამედიცინო დიაგნოსტიკის და მკურნალობის ამოცანების გადასაწყვეტად; 12-13 ოქტომბერი 2023 წ., თბილისი.
3. ნ. ანანიაშვილი. კომპიუტერული ამოცანის ამოხსნის გენეტიკური ალგორითმის შესახებ, 4-9 სექტემბერი 2023 წ., ბათუმი.

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში ან სხვა გამოცემაში არ გამოქვეყნებულა)

1. მკურნალობა წარმოადგენს პროცესს, რომელიც შედგება რამოდენიმე ეტაპისგან: პირველადი მკურნალობის შერჩევა, პაციენტის მდგომარეობის მონიტორინგი და მონიტორინგის შედეგების საფუძველზე მკურნალობაში საჭირო კორექტივების შეტანა. მკურნალობის შერჩევისას მრავალი ფაქტორია გასათვალისწინებელი: დაავადების ტიპი, სიმძიმე, სტადია, კონკრეტული პაციენტის ორგანიზმის თავისებურებები. ეს ფაქტორები ასევე განსაზღვრავენ მკურნალობის მიზანს - ექიმმა შეიძლება მიზნად დაისახოს პაციენტის სრული განკურნება ან დაავადების კონტროლი ანდა მხოლოდ მდგომარეობის შემსუბუქება. სამკურნალო დანიშნულება აუცილებლად შეიცავს დაავადების მიზეზზე და მექანიზმზე მოქმედ წამლებს და პროცედურებს. საჭიროების შემთხვევაში სამკურნალო კომპლექსს ემატება პრეპარატები სიმპტომური მკურნალობისთვის. რაც შეეხება იშვიათ დაავადებებს, ინფორმაცია ამ დაავადებების ეტიოპათოგენეზზე და გამოვლინებებზე მწირია, არ არის დაგროვებული საკმარისი გამოცდილება ამ დაავადებების მკურნალობის სფეროშიც. ყოველივე ეს ართულებს მათ დიაგნოსტიკას და ეფექტური მკურნალობის შერჩევას. მოცემულ ნაშრომში შემოთავაზებულია სამედიცინო ინტელექტუალური სისტემის მოდელი, რომელიც განკუთვნილია პირველადი მკურნალობის შერჩევის ამოცანის გადასაწყვეტად. მოდელის ფარგლებში შემუშავებულია მეთოდები, რომელთა დახმარებით შესაძლებელია იშვიათ დაავადებებზე მწირი ინფორმაციის მიუხედავად ეფექტური მკურნალობის შერჩევა პაციენტის ინდივიდუალური ფაქტორების გათვალისწინებით.
2. განიხილება სამედიცინო ინტელექტუალური მხარდაჭერი სისტემის მოდელი დიაგნოსტიკის და მკურნალობის ამოცანებში გადაწყვეტილების მიღებისას. ამოცანის გადასაწყვეტად გამოიყენება მეთოდი, რომელიც ეფუძნება იმ ცოდნას, რომელიც გადაცემულია ინტელექტუალურ სისტემას გამოცდილ ექიმისგან. ცოდნის წარმოსადგენად დიაგნოსტიკის ამოცანის გადასაწყვეტად გამოიყენება მიზეზ-შედეგობრივი ქსელი, რომელიც სემანტიკური ქსელის ნაირსახეობას წარმოადგენს. ამ ქსელის რკალები განსაზღვრავენ კავშირს სიმპტომებსა და დაავადებებს შორის და

მათ ენიჭებათ წონითი კოეფიციენტები. ამ ქსელის გამოყენებისას ხორციელდება დიაგნოსტიკის ამოცანის გადაწყვეტა. ნაშრომში განიხილება კონკრეტული ავადმყოფის მკურნალობა. სამუშაოში გათვალისწინებულია თერაპიის პრინციპი, რომლის მიხედვით თერაპიის მთავარი ამოცანაა არა დაავადების მკურნალობა, არამედ პაციენტის. ამ მიზნით გარკვეული დარღვევებისა და სიმპტომების მქონე პაციენტისთვის შეირჩევა სამკურნალო პრეპარატი, რომელიც შეესაბამება პაციენტის მდგომარეობას მისი ინდივიდუალური მახასიათებლების გათვალისწინებით. მკურნალობის პროცესში ხორციელდება თერაპიული საშუალებებით ზეგავლენა დაავადების მიზეზზე, პათოლოგიური პროცესების მექანიზმებზე და დაავადების სიმპტომებზე. სამკურნალო პრეპარატების გამოყენება ხშირად მოითხოვს მოცემული პრეპარატების სიმრავლიდან კონკრეტული პაციენტისთვის ყველაზე ეფექტიანი პრეპარატის არჩევას. ისევე, როგორც დიაგნოსტიკის ამოცანაში მკურნალობის შერჩევის ამოცანაში უნდა შეიქმნას ინტელექტუალური სისტემა, რომელიც ღებულობს ცოდნას სპეციალისტისგან და იყენებს ამ ცოდნას მოცემული ამოცანათა ამოხსნისას. ცოდნის წარმოსადგენად ამ შემთხვევაში გამოიყენება სემანტიკური ქსელი რომლის წვეროები წარმოადგენენ სიმპტომებს და სამკურნალო პრეპარატებს, ხოლო რკალები ასახავენ ზემოქმედებას პაციენტის დარღვევებზე. სემანტიკური ქსელი, რომელიც წარმოდგენილია გრაფის სახით, ასევე წარმოდგენება მიმართების მატრიცის სახით. ორივე შემთხვევაში სემანტიკური ქსელის კავშირებს, ენიჭებათ წონითი კოეფიციენტები რომლებიც ასახავენ დარღწეუბულების ხარისხს. ეს კავშირები მათთვის მინიჭებული წონებით, შესაძლებლობას იძლევიან დაავადების სიტუაციის უფრო ზუსტ აღწერას. სამუშაოში განიხილება დაავადების დიაგნოზის გადამოწმების მეთოდი. სამკურნალო პრეპარატი წარმოდგენილია ვექტორის სახით, რომლის კომპონენტები მიგვითითებენ, თუ რომელ დარღვევებზე და რა ინტენსიობით ხორციელდება ზემოქმედება პაციენტზე. მოცემულ სამუშაოში განიხილება აგრეთვე მკურნალობის შერჩევის ამოცანა, რომლის ამოხსნა ხორციელდება მრავალი კრიტერიუმის გათვალისწინებით. კონკრეტული ავადმყოფის ძირითადი დაავადების მკურნალობისას ექიმმა უნდა შეარჩიოს ისეთი მედიკამენტები, რომლებიც არ დააზიანებენ სხვა ორგანოებს და არ გამოიწვევენ დამატებით დარღვევებს ორგანიზმში. ამისათვის ექიმმა უნდა მიიღოს მხედველობაში პაციენტის მიმდინარე მდგომარეობა ჯანმრთელობის თვალსაზრისით, ესე იგი საჭიროა ობიექტზე ზემოქმედების პრეპარატების შერჩევა რამდენიმე მაჩვენებლის გათვალისწინებით. ცხადია, რომ მსგავსი შესაძლებლობა უნდა ჰქონდეს ინტელექტუალურ სისტემას, რომელიც ამ პრობლემის მოსაგვარებლად იქნება გამიზნული. ამ ფუნქციების განხორციელებისთვის სამუშაოში გამოიყენება მკურნალობის მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიაზე

3. კომპიუტერული ამოცანა მიეკუთვნება დისკრეტულ ოპტიმიზაციის NP რთული ამოცანების კლასს. მისი ამოხსნა მეტად მნიშვნელოვანია როგორც პრაქტიკული, აგრეთვე თეორიული თვალსაზრისითაც. ეს ამოცანა გულისხმობს შეწონილ სრულ გრაფში მინიმალური წონის ჰამილტონის ციკლის პოვნას. ვინაიდან ზუსტი ამოხსნის მიღება შესაძლებელია სრული გადარჩევის გზით, რაც შეუძლებელია დიდი განზომილების შემთხვევაში, ამიტომ მიმართავენ მიახლოებითი ალგორითმებს, რომლებიც დროის მცირე ინტერვალში ღებულობენ ოპტიმალურთან მიახლოებულ ამონახსნებს.

ნაშრომში შემოთავაზებულია კომპიუტერული ამოცანის ამოხსნის გენეტიკური ალგორითმი, იმ გრაფებისთვის რომელთათვისაც წვეროები განლაგებულია სიბრტყეზე და მათ შორის მანძილი გამოითვლება კოორდინატების მიხედვით (დეკარტის მართკუთხა კოორდინატთა სისტემაში). შემოთავაზებული ალგორითმით შესაძლებელია ოპტიმალურთან მიახლოებული ამონახსნის მიღება.

8. 2. უცხოეთში

მომხსენებელი/მომხსენებლები; მოხსენების სათაური; ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში ან სხვა გამოცემაში არ გამოქვეყნებულა)

მიმართულება – ენერგეტიკის პრობლემები

ვახტანგ გომელაურის სახელობის ენერგოსისტემების სტრუქტურისა და ენერგოდანადგარების ოპტიმიზაციის განყოფილება

1. სახელმწიფო ბიუჯეტის პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების ჩამონათვალი:

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

პროექტის დასახელება: ელექტროენერგეტიკისა და ენერგოდანადგარების ზოგიერთი პრობლემის გამოკვლევა

ამოცანა 1. განახლებადი ენერგორესურსების როლი საქართველოს ელექტროენერგეტიკაში ორგანულ სათბობებზე ფასების მკვეთრი არასტაბილურობისა და ეკოლოგიური პრობლემების გათვალისწინებით

ამოცანა 2. სარევიან აპარატში სითხის არევისათვის საჭირო სიმძლავრეზე კედლის ხორკლიანობის გავლენის ექსპერიმენტული გამოკვლევა

მეცნიერების დარგი: ინჟინერია და ტექნოლოგიები,

სამეცნიერო მიმართულები: მექანიკური ინჟინერია, თერმოდინამიკა, ელექტროინჟინერია,

პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები : (2021-2023)

2) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. თ. მაგრაქველიძე - განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, პროექტის ხელმძღვანელი;
2. ხ. ლომიძე - მეცნიერი თანამშრომელი, ჯგუფის ხელმძღვანელი (ამოცანა1)
3. მ. ჯანიკაშვილი - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
4. ი. არჩვაძე - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
5. გ. გიგინეიშვილი - ტექნ. მეცნ. კანდიდატი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ჯგუფის ხელმძღვანელი (ამოცანა2)
6. ა. მიქაშავიძე - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
7. ტ. კობერიძე - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
8. ნ.შენგელია - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
9. გ.ურუშაძე - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
10. ნ.დოლონაძე - უფროსი ინჟინერი, შემსრულებელი

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

პროექტის დასახელება: ელექტროენერგეტიკისა და ენერგოდანადგარების ზოგიერთი პრობლემის გამოკვლევა

ამოცანა 1. განახლებადი ენერგორესურსების როლი საქართველოს ელექტროენერგეტიკაში ორგანულ სათბობებზე ფასების მკვეთრი არასტაბილურობისა და ეკოლოგიური პრობლემების გათვალისწინებით

ამოცანა 2. სარევიან აპარატში სითხის არევისათვის საჭირო სიმძლავრეზე კედლის ხორკლიანობის გავლენის ექსპერიმენტული გამოკვლევა

მეცნიერების დარგი: ინჟინერია და ტექნოლოგიები,

სამეცნიერო მიმართულები: მექანიკური ინჟინერია, თერმოდინამიკა, ელექტროინჟინერია,

პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები : (2021-2023)

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. თ. მაგრაქელიძე - განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, პროექტის ხელმძღვანელი;
2. ხ. ლომიძე - მეცნიერი თანამშრომელი, ჯგუფის ხელმძღვანელი (ამოცანა1)
3. მ. ჯანიკაშვილი - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
4. ი. არჩვაძე - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
5. გ. გიგინეიშვილი - ტექნ. მეცნ. კანდიდატი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ჯგუფის ხელმძღვანელი (ამოცანა2)
6. ა. მიქაშაძე - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
7. ტ. კობერიძე - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
8. ნ.შენგელია - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
9. გ.ურუშაძე - მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი
10. ნ.დოლონაძე - უფროსი ინჟინერი, შემსრულებელი

დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. ანგარიშში დასმულია ორი ამოცანა, რომელთაგან პირველი დაკავშირებულია საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების საკითხებთან, ხოლო მეორე - ენერგოდანადგარების ეფექტურობის ამაღლების პრობლემებთან.

პირველი ამოცანაში დასახული გეგმის შესაბამისად, საანგარიშო პერიოდში გაანალიზებულია მსოფლიო ქვეყნების ელექტროენერგეტიკის სტატისტიკური მონაცემები და განვითარების ტენდენციები. შეფასებულია საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების დღევანდელი დონე მსოფლიოს ელექტროენერგეტიკის განვითარების ფონზე. შეფასებულია მომავალ ათწლეულებში ელექტროენერგიაზე მოსალოდნელი მოთხოვნილება და ამ მოთხოვნილების დაკმაყოფილების გზები.

გაანალიზებულია ელექტროენერგიით საქართველოს უზრუნველყოფის დღეისათვის არსებული მდგომარეობა. მსოფლიოში შექმნილი ახალი ვითარების ანალიზის საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნა იმის შესახებ, რომ ქვეყნის ნორმალური განვითარებისათვის და იმპორტის რადიკალურად შემცირებისათვის აუცილებელია ელექტროენერგიის გამომუშავების მკვეთრი ზრდა. ამასთან, ქვეყნის ენერგეტიკული უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად მაქსიმალურად უნდა იქნეს გამოყენებული

ადგილობრივი, უპირატესად ჰიდროენერგორესურსები. მნიშვნელოვანი როლი უნდა მიენიჭოს, აგრეთვე, მზისა და ქარის ენერგორესურსების ათვისებას.

სათანადო ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის საფუძველზე ნაჩვენებია „ჭკვიანი“ ქსელების პერსპექტიულობა.

გაანალიზებულია ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობისა და ფუნქციონირების შედეგად გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემები. ნაჩვენებია, რომ ეკოლოგიური საკითხების გადაჭრა არ წარმოადგენს გადაულახავ სიმძნელს. მიუხედავად ამისა, აღნიშნული პრობლემა უნდა გადაიჭრას ზიანისა და სარგებლის თანაფარდობის ოპტიმიზაციით.

სისტემატიზებულ იქნა სხვადასხვა რესურსზე მომუშავე ელექტროსადგურების (ჰიდრო, თბო, მზე, ქარი) აშენებითა და ფუნქციონირებით გამოწვეული გარემოსადმი მიყენებული ეკოლოგიური ზიანი. შემუშავდა წინადადებები ზოგიერთი სახის ეკოლოგიური ზიანის შემცირების მიმართულებით. ასევე შეფასდა მიღებული სარგებელი.

მათზე დაყრდნობით შემუშავდა სათანადო რეკომენდაციები.

მეორე ამოცანაში დასახული გეგმის შესაბამისად მოძიებულია და გაანალიზებულია პრობლემისადმი მიძღვნილი უახლესი ლიტერატურული მონაცემები. ჩამოყალიბებულია კვლევის მიზანი და ამოცანები. დამუშავებულია ექსპერიმენტული დანადგარის პრინციპული სქემა.

დამზადებულია ექსპერიმენტული დანადგარის ცალკეული კვანძები. კერძოდ, დანადგარის კორპუსი, სარევიანი აპარატი, სხვადასხვა ტიპის ხორკლიანობის მქონე ზედაპირები.

გამართულია ექსპერიმენტული დანადგარი და ჩატარებულია ექსპერიმენტები, რომელთა შედეგად დადგენილია, რომ არევისათვის საჭირო სიმძლავრის მაქსიმალურ ზრდას ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, როდესაც ორგანოზომილიანი ხორკლიანობის ელემენტებს შორის ბიჯის ფარდობა ამ ელემენტების სიმაღლესთან – $s/h=6\div 7$. s/h -ის აღნიშნულ მნიშვნელობასთან შედარებით, როგორც ზრდის, ისე შემცირების შემთხვევაში, ხელოვნური ხორკლიანობით გამოწვეული სითხის არევისათვის საჭირო სიმძლავრის ზრდა მცირდება.

ჩატარდა ექსპერიმენტები სხვადასხვა გეომეტრიული პარამეტრების მქონე ამრეკლი ტიხარებისათვის. მიღებული შედეგები შედარდა ხორკლიანობის მქონე ზედაპირებისათვის ადრე მიღებულ შედეგებს. ამ მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა საუკეთესო გეომეტრიის მქონე ზედაპირი

ადრე გამოქვეყნებულ შედეგებზე დაყრდნობით ნაჩვენებია, რომ ანალოგიური სურათი გვაქვს თბოგადაცემის შემთხვევაშიც.

გაკეთებულია დასკვნა იმის შესახებ, რომ სარევიან აპარატებში ხორკლიანობის მეთოდის გამოყენება ბევრად უფრო ეფექტურია, ვიდრე ამრეკლი ტიხარებისა.

3. შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

3.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

3.2.

1) **დასრულებული (მრავალწლიანი)** პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

პროექტის დასახელება: ვერტიკალური მილის გარე ზედაპირზე ჩამომდინარე წყლის აფსკში თბოგაცემაზე ხელოვნური ხორკლიანობის გავლენის ექსპერიმენტული გამოკვლევა.

მეცნიერების დარგი: ინჟინერია და ტექნოლოგიები.

პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი: FR-19-3034

პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები: 2019-2023

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. თ. მაგრაქველიძე, პროექტის ხელმძღვანელი
2. ტ. კობერიძე, კოორდინატორი
3. გ. გიგინეიშვილი, მკვლევარი
4. ა. მიქაშავიძე, მკვლევარი
5. ხ. ლომიძე, მკვლევარი

დასრულებული კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

სათანადო ლიტერატურული მონაცემების ანალიზის შედეგად გამოვლინდა პროექტში დასახული ამოცანების აქტუალობა და პრობლემები, რომლებიც ამ დროისათვის გადაუწყვეტელი რჩებოდა. მიზნის მისაღწევად შეიქმნა ექსპერიმენტული დანადგარი, რომელზეც ჩატარებული იქნა ცდები ვერტიკალურ ზედაპირზე ჩამომდინარე სითხის აფსკში თბოგაცემის პროცესის შესასწავლად როგორც გლუვი, ისე ხორკლიანი ზედაპირებისათვის. ექსპერიმენტებში რეინოლდსის რიცხვი იცვლებოდა დაახლოებით 150-დან 40000-ის ფარგლებში, ხოლო პრანდტლის რიცხვი იცვლებოდა 3-დან 19-მდე. შესწავლილი იქნა სხვადასხვა ტიპისა და გეომეტრიული პარამეტრების მქონე ხორკლიანობის (ორგანზომილებიანი, პირამიდული, ღრმულებიანი და კომბინირებული) გავლენა თბოგაცემაზე. ექსპერიმენტების შედეგად გამოვლინდა, რომ თბოგაცემის ინტენსიფიკაციისა და დამზადების ტექნოლოგიის სიმარტივის თვალსაზრისით საუკეთესოა ორგანზომილებიანი ხორკლიანობა ელემენტებს შორის ფარდობითი ბიჯით $s/h=10$.

ამასთან ერთად, ექსპერიმენტებში მიღებულია არაერთი მნიშვნელოვანი შედეგი, რომელთა შორის ყველაზე მეტად ყურადსაღებია ის, რომ ვერტიკალურ მილზე სითხის აფსკის ჩამოდინების პირობებში თბოგამცემ ზედაპირზე ხელოვნური ხორკლიანობის შექმნა განაპირობებს თბოგაცემის ინტენსიურობის მნიშვნელოვან ზრდას. ინტენსიფიკაციის ხარისხი ყველაზე მაღალი აღმოჩნდა ჩამოდინების ლამინალურ-ტალღურიდან ტურბულენტურ რეჟიმში გარდამავალ ზონაში ($Re=1600 - 5000$). ამ ზონაში მაქსიმალური ინტენსიფიკაციის ხარისხი დაახლოებით 6-ს აღწევს. რეინოლდსის რიცხვის შემდგომი ზრდით, თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია მცირდება, მაგრამ მაინც საკმაოდ მნიშვნელოვანი რჩება. დადგინდა აგრეთვე, რომ ხელოვნური ხორკლიანობა განაპირობებს რეინოლდსის რიცხვის კრიტიკული მნიშვნელობის შემცირებას. მიღებული შედეგების თანახმად, თბომატარებლის პრანდტლის რიცხვის ზრდა იწვევს თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის ხარისხის მნიშვნელოვან ზრდას.

პროექტის შესრულებისას, ჩვენ მიერ დამუშავებული იქნა თბოგამცემი კედლის ტემპერატურის გაზომვის დისტანციური (უკონტაქტო) მეთოდი, რამაც საშუალება მოგვცა ვერტიკალურ ფირფიტაზე ჩამომდინარე აფსკში თბოგაცემის დროს დაგვედგინა თბოგამცემ ზედაპირზე ტემპერატურული ველის სურათი.

გაკეთებულია ხორკლიანი ზედაპირებისათვის მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემების განზოგადების მცდელობა გლუვი ზედაპირებისათვის სამართლიანი დ. ლაზუნცოვის ცნობილი ფორმულის მოდიფიკაციის გზით.

მიღებული შედეგები ხელს შეუწყობს თერმოდინამიკის დისციპლინის ერთ-ერთი განხრის – თბოგადამცემის დარგის ფუნდამენტური საკითხების შემდგომ შესწავლას. კერძოდ, ჩვენ მიერ დამუშავებული თბოგამცემი კედლის ლოკალური ტემპერატურების გაზომვის მეთოდიკა, მნიშვნელოვნად გააიოლებს ხორკლიანი ზედაპირების თბოგაცემის პროცესის მექანიზმის დადგენას.

მიღებული შედეგები ასევე მნიშვნელოვანია ხორკლიანი ზედაპირების სითხეებით გარსდენის ჰიდროდინამიკის საკითხების შესწავლის თვალსაზრისით.

ჩვენ მიერ დამუშავებული მეთოდიკა და მიღებული შედეგები დაეხმარება ახალგაზრდა მეცნიერებს აკადემიურ წინსვლაში. ამას განაპირობებს ის, რომ დანადგარი, რომელზეც ჩატარებული იყო პროექტით გათვალისწინებული ექსპერიმენტები, პროექტის დასრულების შემდეგაც მოქმედებაშია და მასზე შეიძლება ჩატარდეს არაერთი საინტერესო ექსპერიმენტული გამოკვლევა და მომზადდეს სადისერტაციო ნაშრომი.

მიღებული შედეგების პრაქტიკაში გამოყენებისათვის მომზადებულია ექსპერიმენტული ბაზა მაღალეფექტური თბოგადამცემი დანადგარების დასაპროექტებლად და დასამზადებლად. მიღებული შედეგების გამოყენება თბოელექტროსადგურების კონდენსატორებში, მეტალურგიული, ქიმიური, კვების ტექნოლოგიის, საავიაციო, სარაკეტო, კოსმოსური ტექნიკისა და სხვა დარგების დანადგარებში, სადაც თბოგაცემის პროცესი მომდინარეობს ზედაპირზე აფსკის ჩამოდინების პირობებში, ხელოვნური ხორკლიანობის მეთოდის გამოყენება პრაქტიკულად ორჯერ და მეტად შეამცირებს თბოგაცემის ზედაპირის ფართს. ეს განაპირობებს აპარატების კომპაქტურობასა და ლითონმასალების დაზოგვას, რასაც დიდი ეკონომიკური მნიშვნელობა აქვს.

პროექტის განხორციელებისას გამოიკვეთა შემდგომი კვლევების აუცილებლობა, რომლებშიც სხვა საკითხებთან ერთად შესწავლილი იქნება სხვადასხვა ტიპის ხორკლიანობის მქონე თბოგამცემი ზედაპირის ტემპერატურული ველის სურათი, იმის გათვალისწინებით, რომ ჩვენ მიერ დამუშავებული კედლის ტემპერატურის გაზომვის მეთოდი ამის საშუალებას იძლევა. ეს ხელს შეუწყობს ხორკლიანი ზედაპირების თბოგაცემის მექანიზმის დადგენას.

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

4.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დაფინანსებული ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა; პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

4.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დაფინანსებული ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა, პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

2) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

დასრულებული კვლევითი პროექტის 2023 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.
- 2.

5. პატენტები (არსებობის შემთხვევაში):

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

საპატენტო თემატიკის სათაური; გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები; პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.

5.2. ეროვნული პატენტები

საპატენტო თემატიკის სათაური; გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები; პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

ავტორი/ავტორები; მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1. თენგიზ მაგრაქველიძე, გიორგი გიგინეიშვილი, ხათუნა ლომიძე, ავქსენტი მიქაშავიძე, ტარიელ კობერიძე. ვერტიკალურ ზედაპირზე ჩამომდინარე სითხის აფსკში თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია ხელოვნური ხორკლიანობის მეთოდით. ISBN 978-9941-28-985-9. თბილისი, 2023; საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“; 192 გვ.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

ქვეყნისთვის ისეთ მნიშვნელოვან დარგებში, როგორებიცაა ენერგეტიკა, მეტალურგია, ავიაცია, საყოფაცხოვრებო მომსახურება და სხვა, როგორც ცნობილია, ფართოდ გამოიყენება სითხოს გადამცემი დანადგარები. ამდენად, ასეთი დანადგარების ეფექტურობის ამაღლება უაღრესად აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს.

ხსენებული დანადგარების ეფექტურობა დიდწილადამო-კიდებული ამ დანადგარებში თბოგადაცემის ინტენსიურობაზე.

თბოგადაცემის პროცესის, კერძოდ კი, თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის ერთ-ერთ საუკეთესო საშუალებას წარმოადგენს ხელოვნური ხორკლიანობის მეთოდის გამოყენება. ეს მეთოდი უაღრესად ეფექტური აღმოჩნდა თანამედროვე თბოგადამცემი დანადგარების სრულყოფისა და განვითარებისათვის.

ხორკლიანობის მეთოდით თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის კვლევაში უდიდესი წვლილი შეიტანა აკადემიკოსმა ვახტანგ გომელაურმა, რომელმაც ჯერ კიდევ მე-20 საუკუნის შუა წლებში გამოაქვეყნა ერთ-ერთი პირველი გამოკვლევა ძალზე საყურადღებო შედეგებით. ვ. გომელაურის მიერ მიღებულმა ექსპერიმენტულმა შედეგებმა და, ასევე, თეორიულმა მოსაზრებებმა დიდი გავლენა მოახდინეს ხორკლიანი ზედაპირების თბოგაცემის პროცესის მექანიზმის შესწავლაზე. ამ მიმართულებით კვლევები საქართველოში დღესაც წარმატებით გრძელდება ვ. გომელაურის მოწაფეების ძალისხმევით. მათ მიერ მიღებულია უაღრესად სერიოზული, როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული შედეგები.

წინამდებარე მონოგრაფია ძირითადად დაფუძნებულია დახურულ არხებში დაწნევით მოძრავი სითხეების და ზედაპირებზე ჩამომდინარე სითხის აფსკის ჰიდროდინამიკისა და თბოგაცემის ავტორთა მიერ მიღებულ ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევების შედეგებზე.

ამასთან ერთად, ბუნებრივია, რომ წიგნში გადმოცემულია თანამედროვე ჰიდროდინამიკისა და თბოგაცემის ფუნდამენტური საკითხები, რომლებიც ძირითადად თავმოყრილია მონოგრაფიის პირველ და მეორე თავებში.

მონოგრაფიის შესავალში დაწვრილებითაა გაანალიზებული ტურბულენტური დინებისა და თბოგაცემის (მათ შორის ხორკლიანი ზედაპირების მქონე დახურულ არხებში) პრობლემებისადმი მიძღვნილი გამოკვლევების და მიღებული შედეგების არსებული მდგომარეობა.

პირველ თავში განხილულია გლუვი ზედაპირების მქონე არხებში სითხის დინების რეჟიმები და ტურბულენტური ნაკადის ძირითადი კანონზომიერებები. მოცემულია ტურბულენტური ნაკადის სტრუქტურაზე კედლის ხორკლიანობის გავლენის საკითხები. ამავე თავში გამახვილებულია ყურადღება ვერტიკალურ ზედაპირზე ჩამომდინარე აფსკის ჰიდროდინამიკის საკითხებზე.

მეორე თავში გაანალიზებულია არხებში დაწნევით მოძრავ სითხესა და ზედაპირზე ჩამომდინარე აფსკში თბოგაცემის საკითხები.

მესამე თავში წარმოდგენილია: ავტორთა მიერ შექმნილი ვერტიკალურ ზედაპირზე ჩამომდინარე აფსკში თბოგაცემის საკვლევი დანადგარის აღწერა, თბოგამცემ ზედაპირზე ხორკლიანობის შექმნის საკითხები, ცდების ჩატარების თანმიმდევრობა, გაზომვებისა და მონაცემების დამუშავების მეთოდика.

მეოთხე თავში დაწვრილებითაა გადმოცემული მიღებული შედეგები, ამ შედეგების ანალიზი და განზოგადების საკითხები. ნაჩვენებია ხელოვნური ხორკლიანობის მნიშვნელოვანი გავლენა ზედაპირზე ჩამომდინარე აფსკში თბოგაცემის ინტენსიურობაზე.

მეხუთე თავი დათმობილი აქვს ხორკლიანი ზედაპირების ტურბულენტური ნაკადით გარსდენისა და თბოგაცემის დროს თერმოჰიდროდინამიკური ანალოგიის პრინციპების გამოყენების საკითხებს.

მონოგრაფიას თან ახლავს რეზიუმეები ქართულ და ინგლისურ ენებზე.

მონოგრაფიის ყველა ავტორი მონაწილეობდა მიღებული შედეგების ანალიზში და ინტერპრეტაციის საკითხების დამუშავებაში.

მონოგრაფიაში წარმოდგენილი შედეგები შესრულდა

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ხელშეწყობით.

6.2. სახელმძღვანელოები

ავტორი/ავტორები; სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1. 1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

6.3. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI (არსებობის შემთხვევაში); ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1. გ. გიგინეიშვილი, თ. მაგრაქველიძე, ა. მიქაშავიძე, ტ. კობერიძე, ხ. ლომიძე. ორგანოზომილებიანი ხორკლიანობის ფორმის გავლენა თბოგაცემაზე ვერტიკალური მილის გარე ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2023, № 27. / DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765/> თბილისი. სტამბა დამანი. 6 გვ.
2. თ. მაგრაქველიძე, ხ. ლომიძე, მ. ჯანუკაშვილი, ი. არჩვაძე. უახლოეს ათწლეულებში საქართველოს ელექტროენერგიით უზრუნველყოფის ზოგიერთი საკითხის შესახებ. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2023, № 27. / DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765/> თბილისი. სტამბა დამანი. 6 გვ.

3. გ. ურუშაძე, ნ. შენგელია, ნ. დოღონაძე. ვერტიკალურდერმიანი ქარის ტურბინის გამოყენების პერსპექტივები. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2023, № 27. / DOI: <https://doi.org/10.36073/0135-0765/> თბილისი. სტამბა დამანი. 3 გვ.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. ნაშრომში წარმოდგენილია ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგები, რომლებიც აღწერენ სპირალური ღარის ფორმის და სპირალურ ღარში მავთულის ჩახვევით შექმნილი ხორკლიანობის ტიპების გავლენას თბოგაცემის პროცესის ინტენსიურობაზე ვერტიკალური მილის გარე ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების პირობებში. ექსპერიმენტებში რეინოლდსის რიცხვი იცვლებოდა: $Re=2000 \div 10000$ დიაპაზონში, ხოლო პრანდტლის რიცხვის მნიშვნელობა შეადგენდა - $Pr = 7$.

კვლევის შედეგებმა აჩვენეს, რომ სპირალური ღარის ფორმის ხორკლიანობის შემთხვევაში ($s/h=10$) თბოგაცემის ინტენსიურობა, შედარებით დიდი რეინოლდსის რიცხვის პირობებში, დაახლოებით 2-ჯერ იზარდება გლუვი ზედაპირის თბოგაცემის ინტენსიურობასთან შედარებით, ხოლო სპირალურ ღარში მავთულის ჩახვევით შექმნილი ხორკლიანობის შემთხვევაში ($s/h=17$), თბოგაცემის ინტენსიურობა იზრდება თითქმის 3-ჯერ. თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის თვალსაზრისით, აღნიშნული გარემოება მიუთითებს ამოზრცული ფორმის ხორკლიანობის ელემენტების გაცილებით მაღალ ეფექტურობაზე ჩაღრმავებული ფორმის ხორკლიანობის ელემენტებთან შედარებით.

2. სტატიაში გაანალიზებულია საქართველოში გამომუშავებული და მოხმარებული ელექტროენერგიის არსებული მდგომარეობა. ნაჩვენებია, რომ ბოლო წლებში მკვეთრად იზრდება ელექტროენერგიის იმპორტი, რაც გაუმართლებელია ქვეყნის ენერგეტიკული უსაფრთხოებიდან გამომდინარე. დასაბუთებულია, რომ უახლოეს ათწლეულებში, ელექტროენერგიაზე სავარაუდო მოთხოვნილების მკვეთრი ზრდის პირობებში, საჭირო იქნება ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში ახალი სიმძლავრეების შეყვანის ინტენსიურობის გაზრდა.

ავტორთა მიერ ადრე შემოთავაზებული ფორმულით ჩატარებული გათვლების საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ მომავალში ქვეყნის ელექტროენერგიით უზრუნველსაყოფად აუცილებელია ელექტროენერგიის გამომუშავების ყოველწლიური ზრდა, არანაკლებ 7%-ისა.

ჩატარებულია საქართველოს სახელმწიფო ენერგოსისტემის (სსე) პროგნოზის კრიტიკული ანალიზი. დასაბუთებულია, რომ პროგნოზში გადაჭარბებულადაა შეფასებული ელექტროენერგიის ექსპორტის დონე.

ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე გამოტანილია დასკვნა იმის შესახებ, რომ უახლოეს ათწლეულებში საქართველოს არ ექნება საექსპორტო ელექტროენერგია. გამონაკლისს შეიძლება წარმოადგენდეს წყალუხვობის პერიოდში ჰიდროელექტრო-სადგურებში გამომუშავებული ჭარბი ელექტროენერგია.

3. სტატიაში გაანალიზებულია ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურდერმიანი ტურბინების დადებითი და უარყოფითი მხარეები. განხილულია ვერტიკალურდერმიანი დარიეს როტორის მქონე მცირე სიმძლავრის (10-100 კვტ) ქესების გაშვების საკითხი სპეციალური საქმენიდან გამოტყორცნილი ჰაერის ნაკადის რეაქტიული ძალის გამოყენებით.

6.4. სტატიები ჟურნალის/კრებულის ISSN-ის მითითებით

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური; ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი ISSN-ის მითითებით (არსებობის შემთხვევაში); გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1. გ. გიგინეიშვილი, თ. მაგრაქველიძე, ა. მიქაშავიძე, ტ. კობერიძე, ხ. ლომიძე. ორგანოზომილებიანი ხორკლიანობის ფორმის გავლენა თბოგაცემაზე ვერტიკალური მილის გარე ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2023, № 27. /ISSN 0135-0765/ თბილისი. სტამბა დამანი. 6 გვ.
2. თ. მაგრაქველიძე, ხ. ლომიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩვაძე. უახლოეს ათწლეულებში საქართველოს ელექტროენერგიით უზრუნველყოფის ზოგიერთი საკითხის შესახებ. სტუ

არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2023, № 27. /ISSN 0135-0765/ თბილისი. სტამბა დამანი. 6 გვ.

3. გ. ურუშაძე, ნ. შენგელია, ნ. დოლონაძე. ვერტიკალურდერმიანი ქარის ტურბინის გამოყენების პერსპექტივები. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2023, № 27. /ISSN 0135-0765/ თბილისი. სტამბა დამანი. 3 გვ.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. ნაშრომში წარმოდგენილია ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგები, რომლებიც აღწერენ სპირალური ღარის ფორმის და სპირალურ ღარში მავთულის ჩახვევით შექმნილი ხორკლიანობის ტიპების გავლენას თბოგაცემის პროცესის ინტენსიურობაზე ვერტიკალური მილის გარე ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების პირობებში. ექსპერიმენტებში რეინოლდსის რიცხვი იცვლებოდა: $Re=2000 \div 10000$ დიაპაზონში, ხოლო პრანდტლის რიცხვის მნიშვნელობა შეადგენდა - $Pr = 7$.

კვლევის შედეგებმა აჩვენეს, რომ სპირალური ღარის ფორმის ხორკლიანობის შემთხვევაში ($s/h=10$) თბოგაცემის ინტენსიურობა, შედარებით დიდი რეინოლდსის რიცხვის პირობებში, დაახლოებით 2-ჯერ იზარდება გლუვი ზედაპირის თბოგაცემის ინტენსიურობასთან შედარებით, ხოლო სპირალურ ღარში მავთულის ჩახვევით შექმნილი ხორკლიანობის შემთხვევაში ($s/h=17$), თბოგაცემის ინტენსიურობა იზარდება თითქმის 3-ჯერ. თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის თვალსაზრისით, აღნიშნული გარემოება მიუთითებს ამოზურცული ფორმის ხორკლიანობის ელემენტების გაცილებით მაღალ ეფექტურობაზე ჩაღრმავებული ფორმის ხორკლიანობის ელემენტებთან შედარებით.

2. სტატიაში გაანალიზებულია საქართველოში გამომუშავებული და მოხმარებული ელექტროენერგიის არსებული მდგომარეობა. ნაჩვენებია, რომ ბოლო წლებში მკვეთრად იზრდება ელექტროენერგიის იმპორტი, რაც გაუმართლებელია ქვეყნის ენერგეტიკული უსაფრთხოებიდან გამომდინარე. დასაბუთებულია, რომ უახლოეს ათწლეულებში, ელექტროენერგიაზე სავარაუდო მოთხოვნილების მკვეთრი ზრდის პირობებში, საჭირო იქნება ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში ახალი სიმძლავრეების შეყვანის ინტენსიურობის გაზრდა.

ავტორთა მიერ ადრე შემოთავაზებული ფორმულით ჩატარებული გათვლების საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ მომავალში ქვეყნის ელექტროენერგიით უზრუნველსაყოფად აუცილებელია ელექტროენერგიის გამომუშავების ყოველწლიური ზრდა, არანაკლებ 7%-ისა.

ჩატარებულია საქართველოს სახელმწიფო ენერგოსისტემის (სსე) პროგნოზის კრიტიკული ანალიზი. დასაბუთებულია, რომ პროგნოზში გადაჭარბებულადაა შეფასებული ელექტროენერგიის ექსპორტის დონე.

ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე გამოტანილია დასკვნა იმის შესახებ, რომ უახლოეს ათწლეულებში საქართველოს არ იქნება საექსპორტო ელექტროენერგია. გამონაკლისს შეიძლება წარმოადგენდეს წყალუხვობის პერიოდში ჰიდროელექტრო-სადგურებში გამომუშავებული ჭარბი ელექტროენერგია.

3. სტატიაში გაანალიზებულია ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურდერმიანი ტურბინების დადებითი და უარყოფითი მხარეები. განხილულია ვერტიკალურდერმიანი დარიეს როტორის მქონე მცირე სიმძლავრის (10-100 კვტ) ქსეების გაშვების საკითხი სპეციალური საქმენიდან გამოტყორცნილი ჰაერის ნაკადის რეაქტიული ძალის გამოყენებით.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

ავტორი/ავტორები; მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

- 1.

2.

7.2. სახელმძღვანელოები

ავტორი/ავტორები; სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა

1.

2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

7.3. სტატიები

ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI; ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი ISSN-ის მითითებით; გვერდების რაოდენობა

1.

2.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

2.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

მომხსენებელი/მომხსენებლები; მოხსენების სათაური; ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1.

2.

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში ან სხვა გამოცემაში არ გამოქვეყნებულა)

8. 2. უცხოეთში

მომხსენებელი/მომხსენებლები; მოხსენების სათაური; ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. Magrakvelidze T., Gigneishvili G., Mikashavidze A., Koberidze T., Lomidze Kh. Proceedings of the Influence of the Prandtl number on heat transfer at liquid film flows down smooth and rough surfaces. ASTFE 8th Thermal and Fluids Engineering Conference (TFEC) USA, 2023, march.

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში ან სხვა გამოცემაში არ გამოქვეყნებულა)

მოხსენება გამოქვეყნებულია ფორუმის მასალებში

დაწესებულებას თუ საჭიროდ მიაჩნია, შეუძლია ანგარიშში შეიტანოს სხვა, მისთვის მნიშვნელოვანი აქტივობაც.

სხვა აქტივობა

2023 წელს გამოვიდა ინსტიტუტის მორიგი სამეცნიერო შრომათა კრებული N27, რომელიც მიემდვნა აკადემიკოს მინდია სალუქვაძის 90-ე წლისთავს. კრებულში ძირითადად დაბეჭდილია ინსტიტუტის თანამშრომელთა მიერ 2023 წელს ჩატარებული სამეცნიერო კვლევების შედეგები და სტატიები სტუდენტთა მონაწილეობით.

9. კვლევის შედეგების კომერციალიზაციის პოტენციალი

№	კვლევის შედეგის/პროდუქტის დასახელება	კომერციული დანიშნულება და პერსპექტივა	შენიშვნა (არსებობის შემთხვევაში)
1			
2			
3			

10. საექსპერტო მოღვაწეობა (არსებობის შემთხვევაში)

№	საექსპერტო აქტივობის სახე	სამუშაოს დამკვეთი (მომსახურების მიმღები) ორგანიზაცია	სამუშაოს დაწყებისა და დასრულების თარიღი
1			
2			
3			

11. ახალგაზრდა მეცნიერთა სამეცნიერო მუშაობის ხელშეწყობა;

№	აქტივობის სახე	მონაწილე ახალგაზრდა მეცნიერთა რაოდენობრივი მაჩვენებელი
1		
2		
3		

12. სამეცნიერო ნაშრომების და მკვლევართა სამეცნიერო პროდუქტიულობის მაჩვენებელი სამეცნიერო გამოცემები რომელიც, ინდექსირებულია Web of Science, Scopus, Google Scholar-ის და სხვ. ბაზაში							
№	ავტორი/ ავტორები	ნაშრომის სახელწოდება	სამეცნიერო გამოცემები დასახელება და ნომერი/ტომი; წელი; გამომცემლობა, URL	Web of Science	Scopus	Google Scholar	სხვა (მიუთითეთ)
1	Magrakvelidze, T. Gigineishvili, G. Mikashavidze, A. Koberidze, T. Lomidze, Kh.	INFLUENCE OF THE PRANDTL NUMBER ON HEAT TRANSFER AT LIQUID FILM FLOWS DOWN SMOOTH AND ROUGH SURFACES	<i>Proceedings of the Thermal and Fluids Engineering Summer Conference</i> , 2023, 2023- March, pp. 657–663		√	√	
2	Magrakvelidze, T. Gigineishvili, G. Mikashavidze, A. Koberidze, T. Lomidze, K.	Intensification of Heat Transfer by the Method of Artificial Roughness at a Water Film Flows down on Vertical Pipe	International Conference on Fluid Flow, Heat and Mass Transfer, 2022		√	√	
3	Shanshiashvili, B., Avazneli, B.	Identification of Nonlinear Dynamic Systems Structured by Expanded Wiener Model	<i>FIP Advances in Information and Communication Technology</i> , 2021, 630 IFIP, pp. 546–554		√	√	
4	Patarkalashvili T. Mirianashvili N.	Prospects and Challenges of Alternative Renewable Energy Resources Development in Georgia	Journal of Earth and Environmental Sciences Research, J Ear Environ Sci Res, 2022 ISSN: 2634 - 8845 Volume 4(1): 1-6			√	

13. სამეცნიერო ერთეულში დასაქმებულ მკვლევართა სამეცნიერო პროდუქტიულობის მაჩვენებელი (ციტირების ინდექსის საფუძველზე)					
№	სახელი და გვარი	Web of Science	Scopus	Google Scholar	სხვა (მიუთითეთ)

		ციტრების ინდექსი	h-ინდექსი	ციტრების ინდექსი	h-ინდექსი	ციტრების ინდექსი	h-ინდექსი	ციტრების ინდექსი	h-ინდექსი
1	ამირეზაშვილი ნინო ზ. Amirezashvili N.Z.					2	1		
2	ანანიაშვილი ნათელა გ. Ananiashvili N.G.					5	1		
3	ბუაჩიძე ზაქარია ე. Buachidze Z.E.			10	2	62	4		
4	გვარამაძე ლევან ლ. Gvaramadze L.L.					2	1		
6	გიგინეიშვილი გიორგი ი. Gigineishvili G.I.			3	1	10	3		
7	თუშიშვილი მიხეილ ა. Tushishvili M.A.					23	2		
8	კილასონია ნელი არჩილის ასული Kilasonia N.A.					2	1		
10	კუთხაშვილი ქეთევან ვ. Kutkhashvili K.V.					5	2		
11	ლომიძე ხათუნა ნ. Lomidze K.N.					3	1		
12	ლორთქიფანიძე ლიანა ლევანის ასული Lortkipanidze L.L.			3	1	14	3		
13	მაგრაქველიძე თენგიზ შალვას ძე Magrakvelidze T.S.			3	1	35	3		
14	მიქაშავიძე ავქსენტი ნ. Mikashavidze A. N.					6	2		
15	მირიანაშვილი ნოდარ ავთანდილის ძე Mirianashvili N.A.					14	2		

16	მიქელაძე მაია გიორგის ასული Mikeladze M.G.					6	2		
17	სამსონაძე ლიანა ა. Samsonadze L.A.					2	1		
18	ყავლაშვილი ნუგზარ ვასილის ძე Kavlashvili N.V.					3	1		
19	შანშიაშვილი ბესარიონ გიორგის ძე Shanshiashvili B.G.			17	3	48	4		
20	შენგელია ნოდარ ვ. Shengelia N.V.			1	1				
21	ჩიკოიძე გიორგი ბორისის ძე Chikoidze G.B.			2	1	71	3		
22	ჩუტკერაშვილი ანა რობინზონის ასული Chutkerashvili A.R.			1	1	3	1		
23	ხუციშვილი ვიქტორ ვასილის ძე Khutsishvili V.V.					10	2		
24	ჯავაშვილი ნინო გიორგის ასული Javashvili N.G.			1	1	2	1		
25	ჯანიკაშვილი მანანა ს. Janikashvili M..					4	2		

ხელმძღვანელი პირის ხელმოწერა

წარმოდგენის /---02-/თებერვალი/2024

ნ. ყავლაშვილი