

# საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## მეცნიერების დეპარტამენტი

2021 ჩატარებული სამეცნიერო სამუშაოების მოკლე  
ანგარიში

### I ნაწილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
მეცნიერების დეპარტამენტის უფროსი  
პროფ. დ.თავხელიძე

თბილისი  
2022

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების მოკლე ანგარიში, წარმოდგენილი საქართველოს მეცნიერების ეროვნული აკადემიის 2021 წლის 12 ნოემბრის მიღებული მოთხოვნების შესაბამისად.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 2021 წლის სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების მოკლე ანგარიში წარმოდგენილია 2 ნაწილად. პირველში მოყვანილია სტუ-ს სტრუქტურაში შემავალი სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების მიერ შესრულებული სამუშაოების, მეორეში კი ასახულია სტუ-ს ფაკულტეტების დეპარტამენტებში და სამეცნიერო-სასწავლო სტრუქტურებში მომუშავე პროფესორ-მასწავლებლების სამეცნიერო მოღვაწეობის ანგარიში.

## ს ა რ ჩ ე ვ ი

შესავალი .....	iv
<b>ინსტიტუტები</b>	
გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი .....	1
მართვის სისტემების ინსტიტუტი .....	30
კვანტური ფიზიკის და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტი .....	95
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი .....	164
ინსტიტუტი ”ტექინფორმი” .....	186
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი .....	217
ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი .....	358
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი .....	374
მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი .....	415
საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი .....	531
ბიოტექნოლოგიის ცენტრი .....	583
ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი .....	617
სენსორული ელექტრონიკისა და მასალათამცოდნეობის სამეცნიერო ტექნოლოგიური ცენტრი .....	630
ინსტიტუტი “ტალღა” .....	652
კვების მრეწველობის ინსტიტუტი .....	671

## შესავალი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ჩვენი ქვეყნის მრავალდარგოვანი საინჟინრო უმაღლესი სასწავლებელია, რომლის ცნობადობა განპირობებულია სათანადო სწავლების დონით და საერთაშორისოდ აღიარებული სამეცნიერო შემოქმედებით.

თანამედროვე ეტაპზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, როგორც ერთ-ერთი მძლავრი სამეცნიერო სტრუქტურა, თავისი სპეციალიზაციის შესაბამისად დაკავშირებულია საინჟინრო შემოქმედებასთან და წარმოადგენს ერთ-ერთს, თუ არა ერთადერთ უმაღლეს სასწავლებელს, სადაც მიმდინარეობს სწავლება და სამეცნიერო მოღვაწეობა ისეთ თანამედროვე აქტუალურ მიმართულებებში, როგორებიცაა: საინფორმაციო ტექნოლოგიები, მეტალურგიული და ქიმიური ტექნოლოგიები, ბიოტექნოლოგია, მანქანათმცოდნეობა და მანქანათმშენებლობა, ავიაცია და კოსმონავტიკა, სამოქალაქო მშენებლობა და არქიტექტურა, კავშირგაბმულობა და ენერგეტიკა, ტრანსპორტი, სამთო საქმე, აგრარული მეცნიერებები, გეოლოგია და სხვა.

საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ფუნქციონირებს სხვადასხვა სამეცნიერო სტრუქტურული ერთეულები, რომლებიც ტრადიციულად მუშაობენ გამოყენებითი მეცნიერების თანამედროვე ამოცანების შესრულებაზე. გასაგებია, რომ უნივერსიტეტის სამეცნიერო მოღვაწეობის წლიურ ანგარიშში შეუძლებელია სრულად აღიწეროს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში მიმდინარე თუ დასრულებული სამეცნიერო სამუშაოები, მაგრამ იმედს გამოვთქვამთ, რომ უნივერსიტეტში წარმოებული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის გააქტიურება ყოველმხრივ ხელს შეუწყობს ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებას.

აქ ასევე უნდა ითქვას, რომ კოვიდ ეპიდემიამ უარყოფითი გავლენა იქონია არა მარტო მსოფლიო ცხოვრების წესზე, არამედ მისმა გავლენამ მეცნიერთა სამეცნიერო მოღვაწეობაზე იმოქმედა ძალზედ ნეგატიურად. ნათქვამი უპირველეს ყოვლისა ეხება საინჟინრო მოღვაწეობას, სადაც მეცნიერების წინაშე დასმული პრობლემების გადაწყვეტის ექსპერიმენტალურ ნაწილს, როგორც წესი ეთმობა ძალზედ დიდი წილი და რომლის განხორციელება ძალზედ რთულია ონლაინ რეჟიმში. ნათქვამი ასევე ეხება წინამდებარე ანგარიშს, რომელიც შესრულდა სტუ-ს მეცნიერებთან ონლაინ ურთიერთობის საფუძველზე და სათანადოთ ანგარიში შეიცავს ზოგიერთ ხარვეზს, რომლებზეც ყურადღების გამახვილება არა მგონია, რომ იყოს მართებული.



**ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის  
გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი**

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის  
გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტის**

**2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში**

**1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები**  
(სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

**1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით**

1. მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელები – თეორია და პრაქტიკა. გამოთვლითი ალგორითმების აგება და რეალიზაცია / ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები/pk\ათემატიკა, ინფორმატიკა

**2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები**

1. 2018 - 2022

**3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)**

1. პროექტის შესრულებაში მონაწილეობს ინსტიტუტის სამეცნიერო პერსონალი და პროგრამისტები სრული შემადგენლობით (იხილეთ დანართი ბოლოში).

*კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

საანგარიშო 2021 წელს ინსტიტუტში მიმდინარეობდა ხუთწლიანი პროექტის გარდამავალი ეტაპის (მეოთხე წლის) გეგმით გათვალისწინებულ ამოცანებზე მუშაობა.

პროექტით განსაზღვრულია 4 მთავარი სამეცნიერო მიმართულება:

**მიმართულება 1. გამოთვლითი ალგორითმების კონსტრუირება და გამოყენება მათემატიკური ფიზიკის და მექანიკის ზოგიერთი ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნისათვის.**

მიმართულება 1 ძირითადად მუშავდება გამოთვლითი მეთოდების განყოფილებაში განყოფილების გამგის, მ. ზაქრამის ხელმძღვანელობით. შემსრულებლები არიან მ. კუბლაშვილი (მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი), მ. მირიანაშვილი, ედ. აბრამიძე, ზ. თაბაგარი (მეცნიერი თანამშრომლები), ჯ. სანიკიძე (კონსულტანტი), ნ. კობლიშვილი (პროგრამისტი), თ. სალინაძე (ასისტენტ-მკვლევარი).

ამ მიმართულებით მუშავებოდა საანგარიშო წლის გეგმით გათვალისწინებული შემდეგი ამოცანები:

**ამოცანა 1.1. სააპროქსიმაციო გამოთვლითი სქემების აგება და შესწავლა მათემატიკური ფიზიკის გარკვეული ტიპის სასაზღვრო ამოცანების შესაბამის კოშმის გულის მქონე სინგულარული ინტეგრალისათვის.**

ამოცანა 1.1 ტრადიციულია განყოფილებისთვის. მიმდინარე საანგარიშო წელს:

- წელს გარკვეული ტიპის სასაზღვრო ამოცანების მიახლოებითი ამოხსნისთვის განხილული იყო კოშმის ტიპის სინგულარულ ინტეგრალთან დაკავშირებული ზოგიერთი კვადრატურული პროცესი. სახელდობრ, მნიშვნელოვანი ყურადღება დაეთმო მააპროქსიმირებელი სქემის სიზუსტესა და სიმარტივეს, რაც უკავშირდება შესაბამის აპროქსიმაციაზე დაფუძნებულ სასაზღვრო ინტეგრალურ ამოცანებს. ამ საკითხებზე გამოქვეყნდა ერთი ნაშრომი საქართველოში [6.5.1], გაკეთდა ერთი მოხსენება კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.1].
- პუასონის განტოლებისათვის განხილული იყო ამოცანა, სადაც მართკუთხა არის მოპირდაპირე გვერდებზე მოცემულია დირიხლეს პირობები, ხოლო დანარჩენ გვერდებზე კი მოცემულია ინტეგრალური ტიპის არალოკალური შეზღუდვები. დამტკიცდა ამონახსნის არსებობა და ერთადერთობა სობოლევის წონიან სივრცეში. შედეგების ამსახველი სტატია [6.5.2] გამოქვეყნდა 2020 წლის მიწურულს და ამის გამო არ მოხვდა წინა წლის ანგარიშში.

**ამოცანა 1.2. ჰარმონიულ ფუნქციათა თეორიის ზოგიერთ სივრცით განზოგადებულ სასაზღვრო ამოცანათა რიცხვით ამოხსნებში ალბათური მეთოდის გამოყენების შესახებ.**

საანგარიშო წელს:

- განხილული იყო დირიხლეს ერთი განზოგადებული ჰარმონიული ამოცანა მართი, წრიული, ღერძსიმეტრიული ცილინდრული რგოლისათვის. შესწავლილია ანალიზური სახით აგებული ამონახსნი. ნაჩვენებია, რომ განხილული ამოცანა ხსენებული ამონახსნით შეიძლება გამოყენებული იქნეს ტესტური ამოცანის როლში. ამ საკითხებზე გამოქვეყნდა ერთი სტატია საქართველოში [6.5.3], გაკეთდა ერთი მოხსენება კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.2].
- შესწავლილია წესიერი  $n$ -კუთხა პირამიდის სახის არეებისათვის დირიხლეს განზოგადებული ჰარმონიული ამოცანის რიცხვითი ამოხსნა. ტერმინის "განზოგადებული" ქვეშ იგულისხმება შემთხვევა, როდესაც სასაზღვრო ფუნქციას აქვს პირველი გვარის წყვეტის წირების სასრული რაოდენობა. აღნიშნული ტიპის ამოცანები მიეკუთვნება რთულ ამოცანათა კატეგორიას, რადგან მათი რიცხვითი ამოხსნისათვის კლასიკური მიახლოებითი მეთოდების გამოყენება სიზუსტის თვალსაზრისით არ იძლევა სასურველ შედეგს. განხილულ ამოცანებში წყვეტის წირებს წარმოადგენს პირამიდის წიბოები. სასაზღვრო ამოცანის რიცხვითი ამოხსნისათვის მოცემულია ალგორითმი, რომელიც შედგება სამი ძირითადი საფეხურისაგან:
  - 1) ალბათური მეთოდის გამოყენება, რომელიც გულისხმობს ვინერის პროცესის კომპიუტერულ მოდელირებას (ეს მეთოდი დაფუძნებულია და აპრობირებულია ჩვენს ინსტიტუტში);
  - 2) მოდელირებული ვინერის პროცესის ტრაექტორიისა და ამოცანის არის ზედაპირის კვეთის წერტილის პოვნა;
  - 3) ამოცანის არის ნებისმიერ წერტილში განზოგადებული ამონახსნის რიცხვითი მნიშვნელობის პოვნა.

ალგორითმის ეფექტურობის საილუსტრაციოდ განხილულია რიცხვითი მაგალითები. ამ საკითხებთან დაკავშირებით მომზადდა სტატია, რომელმაც გაიარა რეცენზირების სტადია და მიღებულია დასაბეჭდად [9.1]. აღნიშნული ნაშრომი მოხსენებული იყო საერთაშორისო კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.3].

- ზედა ამოცანის ანალოგიური ამოცანა განხილული იყო ცილინდრული ხერხის მქონე ზოგიერთი ღერძსიმეტრიული სხეულისათვის. აქაც, შესწავლილია დირიხლეს განზოგადებული ჰარმონიული ამოცანის რიცხვითი ამოხსნისათვის ალბათური მეთოდის გამოყენების საკითხი. განხილულია რამდენიმე რიცხვითი მაგალითი. ჩატარებულმა გამოთვლებმა აჩვენა, რომ ალბათური მეთოდი საიმედოა და შესაბამისობაშია დასმულ ამოცანასთან. მიღებული შედეგების სიზუსტე საკმარისია პრაქტიკულ ამოცანათა ფართო წრისათვის. ჩატარებულია მიღებული ალგორითმის ტესტირება ლიტერატურიდან ცნობილი ამოცანის ცხადი ანალიზური ამონახსნის გამოყენებით. სიზუსტე საკმაოდ მაღალია და შედეგები შესაბამისობაშია რეალურ სურათთან. ამ საკითხებზე მომზადებულია ნაშრომი [11.1].

### **ამოცანა 1.3. ბრუნვითი გარსების გათვლებთან დაკავშირებული ამოცანების შესწავლა და ამოხსნა.**

საანგარიშო წელს მიმდინარეობდა ბრუნვითი გარსების გათვლებთან დაკავშირებული ამოცანების შესწავლა და ამოხსნა. დაზუსტებული თეორიის ერთი ვარიანტის საფუძველზე, ფენოვან გოფირებულ ცილინდრულ გარსზე ზედაპირული ძალისა და ტემპერატურული ველის ზემოქმედების შემთხვევაში, არაწრფივი დეფორმაციის ამოცანის რიცხვითი ამოხსნისათვის მიღებულია ამ კლასის ამოცანების ამომხსნელი დიფერენციალურ განტოლებათა არაწრფივი სისტემა. განხილულია დეფორმაციის კერძო მაგალითი. მოყვანილი მაგალითის რიცხვითი რეალიზაციით მიღებული შედეგების საფუძველზე ჩატარებულია სათანადო ანალიზი. შედეგები ასახულია საქართველოში გამოქვეყნებულ ერთ სტატიამ [6.5.4], მოხსენებულია საერთაშორისო კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.4].

### **ამოცანა 1.4. რიცხვითი ალგორითმების დამუშავება საინჟინრო მექანიკის ამოცანებისთვის.**

საანგარიშო წელს მიმდინარეობდა საინჟინრო ამოცანების დამუშავება სასრულ-სხვაობიანი მეთოდის გამოყენებით. განხილული იყო ტეილორის მწკრივის "კოეფიციენტების შერჩევის" მეთოდის ანალოგიური სქემა ერთი ცვლადის ფუნქციისათვის გარკვეული მოდიფიცირებით. მიღებული იქნა ახალი,  $O(h^2)$  სიზუსტის, ნეიმანის სასაზღვრო პირობის შესაბამისი სასრული სხვაობა, რომელიც იყენებს მხოლოდ სააპროქსიმაციო სქემაში მოცემულ წერტილებს. შემდგომში შესაძლებელია კვლევის განზოგადება ორი ცვლადის ფუნქციისათვის. შედეგები მოხსენებულია საერთაშორისო კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.5].

## **მიმართულება 2. ოპერაციულ, არაწრფივ და არაკორექტულ ამოცანათა მათემატიკური მოდელირება და შესაბამის ამოცანათა ანალიზური და რიცხვითი ამოხსნების მეთოდების დამუშავება.**

მიმართულება 2 ძირითადად მუშავდება მათემატიკური მოდელირების განყოფილებაში განყოფილების გამგის დ.უგულავას ხელმძღვანელობით. შემსრულებლები არიან: დ.ზარნაძე, მ. მენტეშაშვილი, პ. წერეთელი (მთავარი მეცნიერი თანამშრომლები), მ. ნაჭყებია, გ. ბადათურია (უფროსი მეცნიერი თანამშრომლები), მ. ნიკოლეიშვილი (მეცნიერ თანამშრომელი), ჯ. გიორგობიანი (კონსულტანტი), ნ. მეტონიძე (სპეციალისტი).

საანგარიშო წელს მუშავდებოდა გეგმით გათვალისწინებული შემდეგი ამოცანები:

### **ამოცანა 2.1. მიკროეკონომიკის დეტერმინირებულ და ნაწილობრივ განუზღვრელობის შემცველ ამოცანათა მათემატიკური მოდელირება და მათი რიცხვითი ამოხსნების მეთოდების დამუშავება.**

- 2021 წელს დამუშავდა მატრიცულ თამაშთა ამოხსნის ახალი მეთოდი. მატრიცული ანუ მართკუთხა თამაშის ამოხსნა ნიშნავს მოთამაშეთა ოპტიმალური სტრატეგიების და თამაშის მნიშვნელობის პოვნას. ანტაგონიზმის ფაქტორის გამო (პირველი მოთამაშის მოგება არის მეორე მოთამაშის წაგება) ასეთ თამაშებში, მოთამაშეთა ოპტიმალურ ყოფაქცევად მიიჩნევა „პესიმისტური“ ანუ მაქსიმინური მიდგომა. შერეული სტრატეგიების შემოტანით გაფართოვდა მოთამაშეთა სტრატეგიათა სიმრავლეები

და დამტკიცდა ოპტიმალური სტრატეგიების და წონასწორობის არსებობა. მათი პოვნის საკითხი გადატანილი იქნა რესურსების ოპტიმალური განაწილების ცნობილი ამოცანის ჩარჩოებში. რესურსის როლში ახალ მოდელში წარმოდგება პირველი მოთამაშის შერეულ სტრატეგიათა სიმრავლე ანუ სრული ალბათობა. ეს რესურსი პირველი მოთამაშის მიერ ამოცანის ამოხსნის სასურველი სიზუსტის შესაბამისად დაიყოფა  $10^k$  ნაწილად (სტრიქონის არჩევის ალბათობა მიიღება  $10^{-k}$  რიცხვის ჯერადი რიცხვით). რესურსის დისკრეტულობა საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ დინამიკური დაპროგრამების პრინციპი - დაიწეროს რეკურენტული განტოლება და მიღებული იქნას საბოლოო პასუხი. შემოთავაზებული მიდგომა ძალზე ეფექტური იქნება „თამაშებისთვის ბუნების წინააღმდეგ“, სადაც მკვლევარის სტრატეგიათა რაოდენობა, როგორც წესი, მცირეა, ბუნების კი - უსასრულო, მაგრამ მათი დისკრეტიზაცია შესაძლებელია ა. ვალდის რეკომენდაციით,  $\epsilon$ -ბადის აგებით ბუნებრივ მეტრიკაში. შედეგების ამსახველი პუბლიკაცია მომზადების პროცესშია.

- საანგარიშო წელს დამუშავდა თემა - მათემატიკური დაპროგრამების ოპტიმიზაციის ზოგადი ამოცანის მაქსიმალური მნიშვნელობის პოვნის ალგორითმი არაერთგვაროვანი შეზღუდვის პირობებში. კერძოდ, განხილული იყო ქვესიმრავლეთა შეჯამებადობის შემდეგი ამოცანა, რომელიც, როგორც ცნობილია [Gerey, Johson, 1979], არის NP-რთული:

მოცემულია დადებითი მთელი რიცხვების (წონების) სასრული სიმრავლე  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$  და დადებითი მთელი რიცხვი  $B > 0$ , რომელთათვისაც სრულდება შემდეგი პირობები:  

$$\min\{a_1, a_2, \dots, a_k\} < B < \sum_{i=1}^k a_i.$$

**ამოცანა 1.** არსებობს თუ არა ისეთი  $A' \subset A$ , რომლისთვისაც  $P(A') := \sum_{a_i \in A'} a_i = B$ .

**ამოცანა 2.**  $A' \subset A$  ქვესიმრავლეს ვუწოდოთ მადომინირებელი, თუ  $P(A') \leq B$  და  $P(A') + a_j > B$  ნებისმიერი  $a_j \in A \setminus A'$ -სთვის. განვსაზღვროთ მადომინირებელი ქვესიმრავლეების რაოდენობა მოცემული  $A$  სიმრავლისა და მოცემული  $B$  რიცხვისათვის.

**ამოცანა 3.** ვიპოვოთ ისეთი  $A'$  სიმრავლე, რომლისთვისაც სიდიდე  $|B - \sum_{a_i \in A'} a_i|$  არის მინიმალური.

ამ მიმართულებით აღწერილია ალგორითმი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნას ისეთი ცნობილი მოდელებისათვის, როგორცაა მომხმარებლის არჩევანის გაკეთების მოდელი და სტონის მოდელი. აღწერილი იქნა ისეთ არაუარყოფით მთელ რიცხვთა ნამრავლის მაქსიმალური მნიშვნელობის მოძებნის ალგორითმი, რომელთა ჯამი მოცემული ფიქსირებული რიცხვია. მიღებული შედეგები ასახულია 1 სტატიაში საქართველოში [6.5.7]; მოხსენებულია 2 საერთაშორისო კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.9, 8.1.10].

მიმდინარეობდა მუშაობა აგებული ალგორითმის პროგრამული უზრუნველყოფის შესაქმნელად პარალელური დაპროგრამების მეთოდების გამოყენებით.

**ამოცანა 2.2.** კომპიუტერული ტომოგრაფიის ახალი მათემატიკური მოდელები, მათი პროგრამული უზრუნველყოფა და რიცხვითი რეალზაცია.

აგებულია წრფივი ოპერატორისათვის განსაზღვრული ორბიტალური ოპერატორის შემცველი განტოლებების მიახლოებითი ამოხსნის ალგორითმები სასრულო ორბიტის და ყველა ორბიტის შემცველ ფრეშეს სივრცეში. განხილულია  $Au = f$  განტოლება წრფივი სიმეტრიული დადებითად განსაზღვრული  $A: D(A) \subset H \rightarrow H$  ოპერატორით, რომელსაც აქვს დისკრეტული სპექტრი და მკვრივი ანასახი ჰილბერტის კომპლექსურ სეპარაბელურ  $H$  სივრცეში. განტოლება გადატანილია სასრულ ორბიტა  $D(A^n)$  სივრცეში და აგრეთვე ყველა ორბიტის ფრეშეს  $D(A^\infty)$  სივრცეში, რომელიც არის  $\{D(A^n)\}$  სივრცეთა მიმდევრობის პროექციული ზღვარი.

$A$ -ს შებრუნებული ოპერატორის შემცველი განტოლების მიახლოებითი ამოხსნისათვის კონსტრუირებულია წრფივი სპლაინური ცენტრალური ალგორითმი. დამტკიცებულია მიახლოებითი ამონახსნების მიმდევრობის ზუსტი ამონახსნისაკენ კრებადობა. მიღებული შედეგები გამოყენებულია კვანტური ჰარმონიული ოსცილატორის  $Au(t) = -u''(t) + t^2u(t)$ ,  $t \in R$ , ოპერატორისათვის სასრულო ორბიტების  $D(A^n)$  ჰილბერტის სივრცეში და აგრეთვე ყველა ორბიტის ფრემეს  $D(A^\infty)$  სივრცეში, რომელიც განხილულ შემთხვევაში ემთხვევა სწრაფად კლებად ფუნქციათა შვარცის სივრცეს. მოცემულია მიღებული შედეგების კვანტურ-მექანიკური სხვა ინტერპრეტაციები. შედეგები გამოყენებულია  $\mathcal{H}$  ჰამილტონიანის ორბიტალური  $\mathcal{H}_n$  ოპერატორის შემცველი  $\mathcal{K}_n \text{ orb}_n(\mathcal{H}, \psi) = \text{orb}_n(\mathcal{H}, f)$  განტოლებისათვის სასრულო ორბიტების  $D(\mathcal{H}^n)$  სივრცეში და აგრეთვე  $\mathcal{H}$  ჰამილტონიანის  $\mathcal{H}^\infty$  ორბიტალური ოპერატორის შემცველი  $\mathcal{K}^\infty \text{ orb}(\mathcal{H}, \psi) = \text{orb}(\mathcal{H}, f)$  განტოლებისათვის. შედეგები ასახულია საზღვარგარეთ გამოქვეყნებულ სტატიაში [7.4.1].

**ამოცანა 2.3.** არაკორექტული შებრუნებული ამოცანების მიახლოებითი ამოხსნა ჰილბერტის სივრცეში ორბიტალური სივრცეებისა და ორბიტალური ოპერატორების გამოყენებით.

- განხილულია ჰილბერტის  $H$  და  $M$  სივრცეებს შორის მოქმედი ოპერატორი  $A$ , რომელიც უშვებს სინგულარულ გაშლას და არაკორექტული  $Au = f$  განტოლებისათვის იძებნება განზოგადებული ამონახსნი მური -პენროუზის აზრით. შესწავლილია  $A^*Au = A^*f$  განტოლება, რომელშიც  $A^*$  არის  $A$  ოპერატორის ჰილბერტის სივრცის აზრით შეუღლებული ოპერატორი. ეს განტოლება გადატანილია სპეციალურ ჰილბერტის  $D((A^*A)^{-n})$ ,  $n \in N_0$ ,  $n$ -ორბიტათა სივრცეში, რომელშიც შემოყვანილია სპეციალური ნორმა. ამ განტოლების მიახლოებითი ამოხსნისათვის მარჯვენა მხარეზე მოცემული არაადაპტური ინფორმაციისათვის აგებულია წრფივი სპლაინური ალგორითმი. განხილული ნორმის სპეციფიურობა იმაში მდგომარეობს, რომ მიახლოებითი ამონახსნი არის წაკვეთილი სინგულარული გაშლა და არ არის დამოკიდებული  $n$ -ზე.  $n = 0$ -სათვის  $D((A^*A)^{-n})$  სივრცე ემთხვევა  $H$ -ს და ჩვენ ვღებულობთ შედეგებს მოცემული სივრცისათვის. ყველა ორბიტის ფრემე-ჰილბერტის  $D((A^*A)^{-\infty})$  ზღვრულ შემთხვევაში განტოლება ხდება კორექტული და ეს შემთხვევა წინა წლებშია შესწავლილი. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ  $D((A^*A)^{-\infty})$  სივრცე არის  $\{D((A^*A)^{-n})\}$  ჰილბერტის სივრცეთა მიმდევრობის პროექციული ზღვარი. მოცემულია მიღებული შედეგების გამოყენება კომპიუტერული ტომოგრაფიის ამოცანაში, ანუ რადონის გარდაქმნის შებრუნებისათვის, რისთვისაც გამოყენებული გვაქვს ა. ლუისის სინგულარული გაშლის ფორმულა. მიღებული შედეგები ასახულია დასაბეჭდად გადაცემულ სტატიაში [10.1].
- განხილულია აგრეთვე კვანტურ მექანიკაში ცნობილი კანონიკური კომუტაციური თანაფარდობებისა და ჰეიზენბერგის განუზღვრელობის პრინციპის განზოგადების საკითხი კვანტურ ჰილბერტის სივრცეში ორბიტალური ოპერატორების შემოყვანის საშუალებით. განზოგადებულია კანონიკური კომუტაციური თანაფარდობა მდებარეობისა და იმპულსის ოპერატორების გაგრძელებებისათვის მკაცრ კვანტურ ფრემე-ჰილბერტის  $L^2_{loc}(R)$  სივრცეზე. ამ მიმართულებებით მიღებული შედეგები მოხსენებულია 2 საერთაშორისო კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.6, 8.1.7].

**ამოცანა 2.4.** კვაზიწრფივი განტოლების ზოგადი ინტეგრალი და მისი გამოყენება არაწრფივი მახასიათებელი ამოცანის ამოხსნისათვის.

- 2021 წელს შესწავლილია ზოგადი ინტეგრალის აგების ამოცანა ზოგიერთი შერეული ტიპის მეორე რიგის კვაზიწრფივი განტოლებისათვის. აგებულია ზოგადი ინტეგრალი მახასიათებელი დიფერენციალური თანაფარდობების გამოყენებით. პარაბოლურად გადაგვარებადი სხვადასხვა კვაზიწრფივი განტოლების შემთხვევაში ზოგადი ინტეგრალი გამოიყენება კომის ამოცანის გამოკვლევისა და ამოხსნისათვის. ფუნქციები, რომლებიც წარმოადგენენ საწყის პირობებს, ზოგიერთ შემთხვევაში მოცემულია ჩაკეტილ წირზე. ასევე შესწავლილია შებრუნებული ამოცანის ერთი ვარიანტი და დამტკიცებულია, რომ გარკვეულ პირობებში ამ ამოცანას გააჩნია ამონახსნი. კონკრეტულ მაგალითებზე ნაჩვენებია კომის და შებრუნებული ამოცანის ამონახსნის მიღება. ასევე ნაჩვენებია თუ



როგორი სტრუქტურა გააჩნია ამოცანის ამონახსნის განსაზღვრის არეს. ზოგიერთ კერძო შემთხვევაში მახასიათებელ წირებს აქვთ საერთო მომვლელი ან განსაკუთრებული წერტილები. შებრუნებული ამოცანისთვის აგებულია შესაბამისი რიცხვითი სქემა და დამტკიცებულია ამ სქემის კრებადობა. მიღებული შედეგები მოხსენებულია 2 საერთაშორისო კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.11, 8.1.12]. აღნიშნული შედეგები აგრეთვე მოხსენებული იყო საერთაშორისო ვორქშოფზე საზღვარგარეთ, სადაც სხვადასხვა ქვეყნებიდან მოწვეული იყვნენ პროფესორები და მაგისტრანტები. ავტორმა წაიკითხა მოხსენება, სადაც მიმოიხილა კვაზიწრფივ განტოლებათა ინტეგრების თეორია და ამ განტოლებებისთვის დასმული სხვადასხვა ამოცანების შესწავლისას განყოფილებაში მიღებული შედეგები [8.2.1].

- საანგარიშო წელს გრძელდებოდა თანამშრომლობა პოლონელ მეცნიერებთან. ერთობლივი კვლევა დაკავშირებულია დიფერენციალური განტოლებების გეომეტრიული მეთოდებით ანალიზის საკითხებთან. შესწავლილი იყო სპეციალური სახის ამონახსნები მეორე რიგის კვაზიწრფივი ჰიპერბოლური ტიპის განტოლებისათვის. ასეთი ამონახსნები შეიძლება განხილულ იქნას როგორც რიმანის ტალღების ურთიერთქმედების შედეგი. ნაჩვენებია, რომ ასეთი განტოლებისთვის დასაშვებია ორმაგი ტალღის ტიპის ამონახსნები. შედეგები მოხსენებულია საერთაშორისო კონფერენციაზე საზღვარგარეთ [8.2.2].

გეგმით გათვალისწინებული ამოცანების გარდა, განყოფილებაში მიმდინარეობდა ლინგვისტიკის ზოგიერთი ამოცანის კვლევა ლოგიკის და სამართლის კუთხით. კვლევის შედეგები მოხსენებული იყო საერთაშორისო კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.8].

### **მიმართულება 3. მწკრივები, მაქსიმალური უტოლობები და სტოქასტური განტოლებები ფუნქციონალური ანალიზის, დიდ მონაცემთა სტატისტიკური ანალიზისა და დისკრეტული ოპტიმიზაციის ამოცანებში.**

მიმართულება 3 ძირითადად მუშავდება ალბათურ-სტატისტიკური მეთოდების განყოფილებაში, განყოფილების გამგის, ვ. ტარიელაძის ხელმძღვანელობით. შემსრულებლები არიან: ს. ჩოხანიანი, ვ. კვარაცხელია, ბ. მამფორია, გ. გიორგობიანი (მთავარი მეცნიერი თანამშრომლები), გ. ჭელიძე (უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი), ზ. გორგაძე, ვ. ბერიკაშვილი (მეცნიერი თანამშრომლები).

ამ მიმართულებით მუშავდებოდა საანგარიშო წლის გეგმით გათვალისწინებული შემდეგი ამოცანები:

#### **ამოცანა 3.1. მაქსიმალური უტოლობები ფუნქციონალურ ანალიზში, უთანადობათა (discrepancy) თეორიის ამოცანების ალგორითმიზაციაში, სახეთა ამოცნობასა და დიდ მონაცემთა ანალიზში.**

- განყოფილებაში გრძელდება მწკრივის გადანაცვლებებთან და ნიშნების განლაგებებთან დაკავშირებული ამოცანების კვლევა. ს. ჩოხანიანის გადატანის ლემაზე (Transference Lemma) დაყრდნობით მიღებული მაქსიმალური უტოლობები და ოპტიმალური გადანაცვლების პოვნის ალგორითმები საინტერესოა როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული თვალსაზრისით და აქვს გამოყენებები მათემატიკურ ანალიზში, უთანადობათა თეორიაში, დიდ მონაცემთა ანალიზში და სხვა.

საანგარიშო წელს მიღებული იყო ლემის ახალი ვარიანტი და მაქსიმალური უტოლობა, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს ფუნქციონალური მწკრივების ნიშნების და გადანაცვლებების მიმართ კრებადობებს. განზოგადებულია მორე-პიზიუს შედეგი ნიშნების და გადანაცვლებების ურთიერთკავშირზე, გარსია-ნიკიშინის ტიპის ლოკალური უტოლობები და ფუნქციონალური მწკრივების თითქმის ყველგან კრებადობის თეორემები. აგრეთვე მიღებულია ზოგიერთი მაქსიმალური უტოლობა, რომელსაც შესაძლებელია ჰქონდეს გამოყენება ორთოგონალური მწკრივების შესახებ კოლმოგოროვის თ. ყ. კრებადობის და გარსიას შესაბამისი ლოკალური

ჰიპოთეზების კვლევისთვის. შედეგები ასახულია გამოსაქვეყნებლად მიღებულ ნაშრომში [9.2]. ამ საკითხებზე მომზადებულია კიდევ 1 სტატია [11.2].

- არანაკლებ საინტერესო და მნიშვნელოვანია ანალიზის კლასიკური შედეგების გავრცელება აბსტრაქტულ ალგებრულ სტრუქტურებში. დამტკიცდა, რომ რიმან-დირიხლეს კლასიკური შედეგი უპირობოდ კრებადი რიცხვითი მწკრივების შესახებ სამართლიანია ბევრად უფრო ზოგად შემთხვევაში. კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ ნებისმიერ ტოპოლოგიზირებულ ნახევარჯგუფში უპირობოდ კრებადი კომუტირებადი წევრებიანი მწკრივის ჯამი არაა დამოკიდებული შესაკრებთა რიგზე. შესაბამისი ნაშრომი გამოქვეყნებულია საზღვარგარეთ [7.4.2]
- კოლმოგოროვ-გარსიას ჰიპოთეზა ორთოგონალური სისტემების გადანაცვლებებზე, რაც განყოფილებაში მიმდინარე კვლევის ერთ-ერთ ცენტრალურ ამოცანას წარმოადგენს, უშუალო კავშირშია მენშოვ-რადემახერის კლასიკურ თეორემასთან. ამ მიმართულებით დამტკიცებულია მენშოვ-რადემახერის თეორემის ანალოგი კანტოროვიჩის ფორმით ფუნქციების კაც-სალემ-ზიგმუნდის აზრით კვაზი-ორთოგონალური მიმდევრობებისათვის. ამ თემატიკაზე გამოქვეყნებულია ნაშრომი საქართველოში [6.5.5]; ავტორების მიერ წაკითხულია ერთი მოხსენება კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.13]. მონათესავე თემატიკაზე, იმავე ავტორების მიერ წაკითხულია კიდევ ერთი მოხსენება კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.14], სადაც მიმოხილულია მენშოვ-რადემახერის უტოლობისათვის საუკეთესო მუდმივის მოძებნის პრობლემასთან დაკავშირებული შედეგები.
- განყოფილებაში მიმდინარეობს გადანაცვლებების მიმართ მწკრივების უნივერსალობის პრობლემატიკის კვლევა, სადაც ადრე მიღებული იყო რამდენიმე შედეგი მწკრივებისთვის, როგორც მეტრიზებად ვექტორული სივრცეში, ასევე კომპლექსური და კვატერნიონული შესაკრებებით. მიღებულია ახალი შედეგი დირიხლეს ტიპის კომპლექსური მწკრივების, მათ შორის, მარტივ რიცხვთა ხარისხოვანი მწკრივის, უნივერსალობის შესახებ კომპლექსურ ველში. ამასთან დაკავშირებით გაკეთდა მოხსენება საზღვარგარეთ [8.2.3]. მომზადებულია სტატია ამავე კონფერენციის შრომებში გამოსაქვეყნებლად [11.3].

### ამოცანა 3.2. უსასრულოგანზომილებიან სივრცეებში სტოქასტური დიფერენციალური განტოლებების კვლევის ახალი ასპექტები. ზოგიერთი გამოყენება.

- საანგარიშო წელს შესწავლილია სტოქასტურად არაგლუვი ბროუნის ფუნქციონალების სტოქასტური ინტეგრალური წარმოდგენის საკითხები. აღმოჩნდა, რომ ფუნქციონალის სიგლუვის მოთხოვნა შეიძლება შესუსტდეს და შეიცვალოს მისი პირობითი მათემატიკური მოლოდინის სიგლუვის მოთხოვნით. ო. ლლონტმა და ო. ფურთუხიამ (2017) განაზოგადეს კლარკ-ოკონეს ფორმულა ამ შემთხვევისათვის და დაადგინეს ინტეგრანდის ცხადი სახით პოვნის მეთოდი. განხილული იქნა ფუნქციონალები, რომლებიც არ აკმაყოფილებენ ამ შესუსტებულ პირობებსაც კი. ფუნქციონალების ამ კლასში შედის ისეთი არაგლუვი ფუნქციონალები, რომელთათვის შეუძლებელია არა მხოლოდ კლარკ-ოკონეს ცნობილი ფორმულის, არამედ არც მისი ლლონტი-ფურთუხიას განზოგადების გამოყენება. ამასთანავე, მიღებული შედეგიდან მარტივად შეგვიძლია მივიღოთ კლარკ-ოკონეს ფორმულა გლუვი ფუნქციონალებისთვის. ამ თემატიკაზე გამოქვეყნებულია ერთი ნაშრომი საქართველოში [6.5.6], გაკეთდა ერთი მოხსენება კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.15].
- საზოგადოდ, როგორც ცნობილია, კლარკ-ოკონეს ფორმულა სტოქასტურად გლუვი ვინერის ფუნქციონალებისთვის სტოქასტური ინტეგრალური წარმოდგენის მიღების ყველაზე ცნობილი მეთოდია, სადაც ინტეგრანდი წარმოადგენს ფუნქციონალის სტოქასტური წარმოებულის ოფციონურ პროექციას (პირობით მათემატიკურ ლოდინს ვინერის ბუნებრივი ნაკადის მიმართ). თუმცა მისი გამოყენება მოითხოვს ძალიან დიდ ძალისხმევას და შესაბამისად, ცალკე განხილვის საგანია ინტეგრანდის დადგენა ცხადი სახით. საანგარიშო წელს განხილული იყო ინტეგრალური ტიპის ვინერის ფუნქციონ-

ნალებს ერთი კლასი. დადგენილია კლარკ-ოკონეს ტიპის სტოქასტური ინტეგრალური წარმოდგენის ფორმულა ინტეგრანდის ცხადი გამოსახულებით. გარდა ამისა, ცალკე განხილულია ინტეგრალური წარმოდგენის საკითხები ე.წ. აზიური ოფციონის გადასახადის ფუნქციისათვის ბაშელიეს ფინანსური ბაზრის მოდელში. ამ თემატიკაზე გამოქვეყნებულია ერთი ნაშრომი საზღვარგარეთ [7.4.3].

- საანგარიშო წელს განხილული იყო იტოს იტერაციული ინტეგრალის არსებობის საკითხი ბანახის სივრცეში. მიღებულია არსებობის საკმარისი პირობა  $p$ -აბსოლუტურად შემკრები ოპერატორების ენაზე. ამ თემატიკაზე გაკეთდა ერთი მოხსენება კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.16].
- საანგარიშო წელს გრძელდებოდა განყოფილების ტრადიციული თემის, ალბათური განაწილებები ვექტორულ სივრცეებში, დამუშავება. შესწავლილია დიდ რიცხვთა კანონი  $I_p$ -სივრცეში მნიშვნელობების მქონე, საზოგადოდ დამოკიდებულ, შემთხვევით ელემენტთა მიმდევრობებისათვის; განზოგადებულია ა. ხინჩინის ერთი ადრინდელი შედეგი. კერძოდ, დამტკიცებულია, რომ დიდ რიცხვთა კანონი სუსტად კორელირებული შემთხვევითი სიდიდეებისთვის სამართლიანია შემთხვევითი ელემენტებისთვის მნიშვნელობებით  $I_p$ -სივრცეში. ამ თემატიკაზე, გაკეთდა: 3 მოხსენება კონფერენციებზე საქართველოში [8.1.17, 8.1.18, 8.1.19]; 1 მოხსენება საზღვარგარეთ [8.2.4]; გამოსაქვეყნებლად გადაცემულია ერთი სტატია [10.2].
- გლივენკოს, კანტელის და კოლმოგოროვის შრომებით ინიცირებული შედეგების მიმოხილვას მიემდგვნა ერთი მოხსენება საზღვარგარეთ [8.2.5].
- საანგარიშო წელს გრძელდებოდა 2020 წელს დაწყებული კვლევა ქალაქ თბილისის ავტობუსების სატრანზიტო სისტემის ეფექტურობის შესახებ სტატისტიკური მეთოდებით. კერძოდ, გამოკვლეულია ქალაქ თბილისის ავტობუსების სატრანზიტო სისტემის ეფექტურობა 2019 წლის განმავლობაში მგზავრთა ნაკადის სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე. კვლევის შედეგები ასახულია საზღვარგარეთ გამოქვეყნებულ სტატიაში [7.4.4].
- ბანახის სივრცის ერთმანეთში ჩალაგებული ქვესიმრავლეების თანაკვეთის პრობლემის კვლევასთან დაკავშირებით, ნ. ვახანიას და ი. ქარცივამის ნაშრომში (1968) შემოღებული იყო ერთი რიცხვითი პარამეტრი და მის ტერმინებში მიღებული იყო გარკვეული შედეგები. პრობლემის კვლევა განყოფილებაში შემდგომშიც გრძელდებოდა. საანგარიშო წელს დამტკიცდა, რომ თუ ბანახის სივრცის ყოველ შემოსაზღვრულ სიმრავლეს გააჩნია ჩებიშევის ცენტრი, მაშინ ასეთ სივრცეში ერთმანეთში ჩალაგებულ, შემოსაზღვრულ, ჩაკეტილ სიმრავლეთა თანაკვეთა არაცარიელია პარამეტრის კრიტიკული მნიშვნელობისთვის. ეს შედეგი აზოგადებს ადრე მიღებულ საკმარის პირობებს ზემოთ აღნიშნული პარამეტრის კრიტიკული მნიშვნელობის შემთხვევაში. ასევე, ნაწილობრივ პასუხი გაეცა კითხვას, რომელიც დასმული იყო სტატიაში [G. Chelidze, P. Papini, 2006] და რომელიც შეეხებოდა შეუღლებულ სივრცეებში ჩალაგებულ სიმრავლეთა თანაკვეთის არაცარიელობის საკითხს მოდიფიცირებული პარამეტრის კრიტიკული მნიშვნელობის შემთხვევაში. კერძოდ მიღებულ იქნა, რომ ერთმანეთში ჩალაგებულ, ჩაკეტილ, შემოსაზღვრულ სიმრავლეთა თანაკვეთა ყოველთვის არაცარიელია მოდიფიცირებული პარამეტრის კრიტიკული მნიშვნელობისთვის ისეთ შეუღლებულ სივრცეებში, რომლებიც აკმაყოფილებენ ოპიალის თვისებას სუსტი\* ტოპოლოგიისთვის. კვლევის შედეგები ასახულია ერთ სტატიაში, რომელიც მიღებულია დასაბეჭდად [9.3].
- გრძელდება ნაყოფიერი თანამშრომლობა ესპანელ კოლეგებთან. საანგარიშო წელს გამოკვლეული იყო პირობები რომელთა შესრულების შემთხვევაში ქვეჯგუფის და მის მიმართ ფაქტორ-ჯგუფის ლოკალურად კვაზი-ამოზნეილობიდან გამოდის საწყისი ჯგუფის ლოკალურად კვაზი-ამოზნეილობა. კვლევის შედეგები ასახულია ერთ სტატიაში საზღვარგარეთ [7.4.5].
- საანგარიშო წელს განხილული იყო ერთი მიდგომა საქართველოში ელექტრონული (დისტანციური) მართლმსაჯულების მოდელის ეფექტურობის კვლევისთვის. ამ მიზნით შესწავლილი იყო



საზოგადოებრივი აზრი დისტანციური მართლმსაჯულების დადებითი და უარყოფითი მხარეებისა და პერსპექტივების გათვალისწინებით. კვლევის შედეგები ასახულია ერთ სტატიაში, რომელიც გადაცემულია გამოსაქვეყნებლად [10.3].

განყოფილების 3 თანამშრომელი მონაწილეობს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტში DI-18-1429, რომლის თემატიკა მჭიდრო კავშირშია განყოფილებისთვის ტრადიციულ, ალბათური განაწილებების კვლევებთან (იხილეთ ქვემოთ).

#### **მიმართულება 4. დიდი მოცულობისა და რთული სტრუქტურის მონაცემების დამუშავების პარალელური ალგორითმების აგება, ანალიზი, რეალიზაცია და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის ვერიფიკაცია.**

მიმართულება 4 ძირითადად მუშავდება ინფორმატიკის განყოფილებაში განყოფილების გამგის ჰ. მელაძის ხელმძღვანელობით. შემსრულებლები არიან გ. ცერცვაძე, მ. ფხოველიშვილი, ქ. ყაჭიაშვილი (მთავარი მეცნიერი თანამშრომლები), ზ. ყიფშიძე (უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი), გ. ლლონტი, ა. ჩახვაძე (მეცნიერი თანამშრომლები), გ. სილაგაძე, ც. ჯავახიშვილი, მ. პაპიაშვილი (პროგრამისტები), ვ. კორჟი (IT მენეჯერი).

ინფორმატიკის განყოფილების 2018-2022 ხუთწლიანი გეგმით დასახულია შემდეგი 4 ძირითადი ამოცანის კვლევა:

##### **ამოცანა 4.1. მონაცემთა დამუშავება კანონიკურად შეუღლებულ არამკაფიო ქვესიმრავლეთა თეორიის საფუძველზე.**

მიმდინარე საანგარიშო წელს გრძელდებოდა მუშაობა კანონიკურად შეუღლებულ არამკაფიო ქვესიმრავლეთა თეორიის საფუძველზე მონაცემთა დამუშავების მიმართულებით. გამოკვლეულია კანონიკურად შეუღლებული არამკაფიო ქვესიმრავლეების დეკარტული ნამრავლის ალბათური მოდელის აგებასთან დაკავშირებული ამოცანა. დეტალურად განიხილება ორი არამკაფიო ქვესიმრავლის დეკარტული ნამრავლის შემთხვევა ფერების გამოყენებით. ნაჩვენებია, რომ მოდელი ყველაზე სრულად ასახავს ორი კანონიკურად შეუღლებული ფერის კავშირის განსაკუთრებულ, „დამატებით“ ბუნებას. შედეგები ასახულია ერთ სტატიაში საზღვარგარეთ [7.4.6], გაკეთდა ერთი მოხსენება კონფერენციაზე საზღვარგარეთ [8.2.7].

##### **ამოცანა 4.2. არალოკალური საკონტაქტო ამოცანები მათემატიკური ფიზიკის წრფივი დიფერენციალური განტოლებებისათვის.**

საანგარიშო წელს:

- შესწავლილი იქნა არალოკალური საკონტაქტო ამოცანები წრფივი, ცვლადკოეფიციენტებიან ელიფსური და პარაბოლური ტიპის დიფერენციალური განტოლებებისათვის. დამტკიცებული იქნა განხილული ამოცანების ამონახსნების არსებობა და ერთადერთობა. აგებული იქნა რიცხვითი ამონახსნის იტერაციული ალგორითმები. დამტკიცებულია ამ მეთოდების კრებადობა და შეფასებულია კრებადობის სიჩქარე. აგებული და შესწავლილი იქნა ფაქტორიზებული სხვაობიანი სქემები ჰიპერბოლურ განტოლებათა სისტემებისათვის (მათ შორის, დრეკადობის თეორიის ორგანზომილებიანი არასტაციონარული ამოცანისათვის). ამ საკითხებზე გამოქვეყნდა ერთი სამეცნიერო სტატია საქართველოში [6.5.8]. გაკეთდა 2 მოხსენება კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.21, 8.1.22]; მომზადებულია 1 სტატია [11.7].
- განხილული იყო რთული ტექნიკური სისტემის სტრუქტურული კონტროლის ამოცანა და მისი მათემატიკური ინტერპრეტაცია. სისტემის საიმედოობისა და ფუნქციონირების ანალიზისთვის

ჩაკეტილი და შერეული ექსპონენციალური რიგების მოდელი აგებულია ჩვეულებრივი წრფივი დიფერენციალური განტოლებების სასრული და უსასრულო სისტემის სახით. მდგრად მდგომარეობაში ის დადის წრფივი ალგებრული განტოლებების სისტემამდე. ამ საკითხებზე გამოქვეყნდა ერთი სამეცნიერო სტატია საზღვარგარეთ [7.4.7]; გაკეთდა ერთი მოხსენება კონფერენციაზე საზღვარგარეთ [8.2.8].

- განხილული იქნა საინჟინრო სისტემების მუშაობასთან დაკავშირებული სხვადასხვა ფიზიკური სტოქასტური პროცესის მათემატიკური მოდელირების საკითხები. შემუშავებული და შესწავლილია მათემატიკური მოდელი, რომელიც ეყრდნობა უნივერსალურ სტრუქტურულ კონცეპტუალურ საინჟინრო სისტემის მოდელს, რაც თავის მხრივ, წარმოდგენილია მიმართული გრაფის სახით და ასახავს საინჟინრო სისტემის სტრუქტურასა და მოდელირებულ ფიზიკური პროცესებს. განხილულია ამოხსნის მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია განზოგადებული ნორმალური ამოხსნის კონცეფციაზე. მეთოდის გამოყენებამ პრაქტიკულ ამოცანებზე აჩვენა მისი ადეკვატურობა და ეფექტურობა. ამ საკითხებზე გამოქვეყნდა ერთი სამეცნიერო სტატია საქართველოში [6.5.9].

**ამოცანა 4.3. დიდი მოცულობის მონაცემების დასამუშავებლად პარალელური თვლის ალგორითმების აგება, დამუშავება და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის ვერიფიკაცია.**

გრძელდებოდა მუშაობა დიდი მოცულობის მონაცემების დასამუშავებლად პარალელური თვლის ალგორითმების აგების მიმართულებით. შესწავლილია აგრეთვე პროგნოზირების არსებული მოდელის გაუმჯობესების საკითხები, რისთვისაც გამოიყენება პარალელური მონაცემები.

საანგარიშო წელს განხილული იყო:

- ბლოკჩეინში დამატებითი კრიპტოგრაფიის გამოყენების და საარჩევნო სისტემებში დანერგვის შესაძლებლობა. შემოთავაზებულია, დღეისათვის არსებულ ბლოკჩეინ-ტექნოლოგიაზე დაფუძნებულ საარჩევნო სისტემებში დამატებით გამოყენებული სხვადასხვა მონაცემების ნაცვლად კრიპტოგრაფიული დაშიფვრის გზით მიღებული ვერიფიკაციის გამოყენება, რაც კიდევ უფრო გაზრდის საარჩევნო სისტემის საიმედოობას. ასევე, მოცემულია ალგორითმები ბლოკ-სქემების სახით ამომრჩევლის რეგისტრაციისა და ხმის მიცემის პროცესის რეალიზებისთვის. ამ საკითხებზე გამოქვეყნდა ერთი სტატია საქართველოში [6.5.10].
- არსებული პროგნოზირების მოდელის გაუმჯობესების საკითხები იმ პარალელური მონაცემების გამოყენებით, რომლებიც ერთდროულად ახდენენ გავლენას მოვლენის პროგნოზირებაზე. აღწერილია ამ მეთოდის გამოყენების ეტაპები. შემოთავაზებულია ეფექტური, ახალი ჰიბრიდული მოდელის აგება. მოცემულია მოდელის წყვილების არჩევის ალგორითმი და მისი უპირატესობა პროგნოზის ნებისმიერ საუკეთესო მოდელზე. ამ საკითხებზე გამოქვეყნდა 2 სტატია საზღვარგარეთ [7.4.8, 7.4.9]; გაკეთდა 2 მოხსენება კონფერენციაზე საზღვარგარეთ [8.2.9, 8.2.10].
- პროგნოზირების ამოცანა კორონავირუსის პანდემიასთან დაკავშირებით, სადაც დამატებით გათვალისწინებულია ვაქცინაციის გავლენა ვირუსის გავრცელებასა და სიკვდილიანობაზე. შემოთავაზებულია მოდელი, რომელიც დამოკიდებულია პარამეტრების გარკვეულ ერთობლიობაზე, რაც უნიკალურია ყოველი ქვეყნისთვის. ამ თემაზე გაკეთდა ერთი მოხსენება კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.23].

**ამოცანა 4.4. ანალიტიკური ინფორმაციული რესურსის მართვის მხარდამჭერი კიბერ-ინფრასტრუქტურული პროექტი.**

საანგარიშო წელს, ანალიტიკური ინფორმაციული რესურსის მართვის მხარდამჭერი კიბერ-ინფრასტრუქტურის პროექტის ფარგლებში დამუშავდა შემდეგი საკითხები: აგებულია ყოველწლიური სტატისტიკური საანგარიშო დოკუმენტის წარმოდგენა XML ფორმატში; მუშავდება მოდელი, რომელიც ორგანიზაციის ფარგლებში ინფორმაციის წარმოქმნის, გადაადგილების, დამუშავებისა და გამოყენების წერტილების

იდენტიფიკაციას ახდენს; მუშავდება ინფორმაციული რესურსის სემანტიკური მოდელი. მუშავდება ხელოვნური ინტელექტის გამოყენების საკითხები საშუალო სკოლის სასწავლო პროცესში.

**განყოფილებაში მიმდინარეობს კვლევა ალბათურ-სტატისტიკური მეთოდებით მოდელირების მიმართულებით.**

- საანგარიშო წელს განხილული იქნა ასიმეტრიული ჰიპოთეზების შემოწმების პრობლემა მათი წყვილ-წყვილად შემოწმების გზით. გადაწყვეტილების წესის ოპტიმალურობისთვის გამოყენებული იქნა შერეული მიმართულების არაჰემარიტი აღმოჩენის დონის (mdFDR) კრიტერიუმი. თეორიული შედეგების კორექტულობა და საიმედოობის დადასტურების მიზნით გამოთვლილი იქნა კონკრეტული მაგალითები მიღებული თეორიული შედეგების MATLAB-ზე რეალიზაციისათვის შექმნილი პროგრამების გამოყენებით. შემუშავებული მეთოდი გამოყენებული იქნება აგრეთვე მრავალი ჰიპოთეზის შესამოწმებლად. გადაწყვეტილების ჰემარიტიზაცია გარანტირებული იქნება მთლიანი mdFDR-ის შეზღუდვით სასურველ დონეზე. მეთოდი ადაპტირებული იქნება ინდივიდუალური ჰიპოთეზების დიდი რაოდენობით ქვესიმრავლეების შესამოწმებლად მრავლობითი ჰიპოთეზების შემოწმებისას, რაც ზოგავს გამოთვლებისათვის საჭირო დროს და რესურსებს. ნაჩვენებია იქნება დამუშავებული მეთოდის საიმედოობა და მოხერხებულობა დიდი მონაცემებისათვის გამოთვლილ პრაქტიკულ მაგალითებზე, რაც განხორციელდა მიღებული თეორიული შედეგების MATLAB-ზე რეალიზაციისათვის შექმნილი პროგრამების გამოყენებით. ამ საკითხებზე გამოქვეყნდა 2 სტატია საზღვარგარეთ [7.4.10, 7.4.11]; გაკეთდა 2 მოხსენება კონფერენციაზე საქართველოში [8.1.24, 8.1.25], 1 მოხსენება კონფერენციაზე საზღვარგარეთ [8.2.11]. გადაცემულია დასაბეჭდად ერთი სტატია [10.4].
- გამოქვეყნდა 1 სახელმძღვანელო [6.2.1]. სახელმძღვანელო შეიცავს სემინარული მუშაობის მეთოდურ მითითებს მანქანური სწავლების ისეთ საკითხებზე, როგორცაა გადაწყვეტილების თეორია, ინფორმაციის თეორია, ალბათური განაწილებები, რეგრესიის წრფივი მოდელები, ბაიესური მოდელები, კლასიფიკაციის წრფივი მოდელები, მანქანური სწავლების ალგორითმები, ნეირონული ქსელები და სხვა. მეთოდურ მითითებებში შემოთავაზებულია აღნიშნული თეორიული საკითხების განხილვა და შესაბამისი პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტა დოქტორანტებთან ერთად სემინარულ მეცადინეობებზე. მეთოდური მითითებები რეკომენდებულია ინფორმატიკის სპეციალობის დოქტორანტებისათვის.
- მომზადებულია ერთი სახელმძღვანელო - “მანქანური სწავლების ლექციების კურსი უნივერსიტეტის სტუდენტებისათვის”.

## **2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები**

ჩვენ შემთხვევაში ეს პუნქტი ფაქტობრივად იმეორებს წინა პუნქტს, ამიტომ მას გამოვტოვებთ.

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

### **3.1.**

**1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი**

1. 2021 წლის სსიპ უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებების დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი ერთეულების მატერიალურ ტექნიკური ბაზის განახლების ხელშეწყობის კონკურსში გამარჯვებული პროექტი RIM-2-21-132 - „ძვირადღირებული სამეცნიერო დანადგარები და აღჭურვილობა.“

**2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები**

2. 2021 - 2022

**3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)**

1. ვახტანგ კვარაცხელია (პროექტის ხელმძღვანელი). შემსრულებლები: გიორგი გიორგობიანი, ბექარ ოიკაშვილი, ზაზა სანიკიძე, ცოტნე ჯავახიშვილი.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

გამოთვლით რესურსებს გადამწყვეტი როლი ენიჭება თანამედროვე სოციალურ-ეკონომიკური ამოცანების გადასაჭრელად, კვლევების ისეთი მიმართულებების გასავითარებლად, როგორცაა ხელოვნური ინტელექტი, მანქანური სწავლება, თავდაცვა, კრიპტოგრაფია, სხვადასხვა ტიპის მოდელირება და სიმულაცია, მედიცინა, ბიოლოგია და ა.შ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო კვლევითი მუშაობის ერთ-ერთ მთავარ მიზანს წარმოადგენს ქვეყანაში მძლავრი გამოთვლითი ცენტრის შექმნა, რასაც, ჩვენი აზრით, არსებითი მნიშვნელობა აქვს. აღსანიშნავია, რომ ინსტიტუტი ადრეულ წლებში ასრულებდა ასეთი ცენტრის როლს.

პროექტით RIM-2-21-132 გათვალისწინებულია მაღალი წარმადობის ჰეტეროგენული კომპიუტერული სერვერის შექმნა და ინსტიტუტში გამართვა. სატენდერო წინადადება შედგენის პროცესშია. ტენდერი სავარაუდოდ გამოცხადდება 2021 წელს. შექმნა და დამონტაჟება დაგეგმილია 2022 წელს.

ინსტიტუტში მზადდება ახალი საპროექტო წინადადებები, რომელიც დაკავშირებულია სოციალურ-ეკონომიკური პრობლემების მათემატიკურ მოდელირებასთან და ოპტიმიზაციის ამოცანების კვლევასთან. პროექტი არანაკლებ მნიშვნელოვანი იქნება წმინდა სამეცნიერო თვალსაზრისით. ის ხელს შეუწყობს საერთაშორისო კოლაბორაციებში (CERN, KEK, Jülich და სხვა) ჩვენი მეცნიერების ჩართვას საკუთარი გამოთვლითი რესურსებით და ისეთი თანამედროვე სამეცნიერო დარგების განვითარებას, როგორცაა ხელოვნური ინტელექტის, მანქანური სწავლების, ღრმა სწავლების მოდელები, დიდი მონაცემების (Big Data) დამუშავება/ანალიზი და სხვა. კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ფუნქცია, რომელსაც შეასრულებს გამოთვლითი ცენტრი, არის საუნივერსიტეტო სასწავლო პროგრამების განხორციელება, საშუალო სკოლებში მეცნიერების პოპულარიზაცია.

**3.2.**

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

1. ალბათური მეთოდების გამოყენება დისკრეტული ოპტიმიზაციის და განრიგების თეორიის ამო-ცანებში/ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები/მათემატიკა. DI-18-1429.

**2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები**

1. 2018 -2021

**3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)**

1. ნ. ვახანია (ხელმძღვანელი, მექსიკა), ვ. ტარიელაძე (თანახელმძღვანელი). შემსრულებლები: ბ. მამფორია, ზ. სანიკიძე, ვ. ბერიკაშვილი, ა. ჩახვაძე

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

განრიგების ამოცანებში დავალების შესრულების და შესრულებული დავალების მიტანის (მიწოდების) დრო, როგორც წესი, შემთხვევითი სიდიდეებია და, როგორც გაზომვის შედეგი, ნორმალურადაა განაწილებული. რადგანაც ნორმალურად განაწილებული შემთხვევითი სიდიდე ლებულობს რაგინდ მცირე უარყოფით სიდიდეზე ნაკლებ მნიშვნელობებს დადებით ალბათობით, რეალურთან ადეკვატური მოდელების ასაგებად ბუნებრივია სიმეტრიულად წაკვეთილი შემთხვევითი სიდიდეების გამოყენება.

საანგარიშო წელს შესწავლილი იყო ასეთი შემთხვევითი სიდიდეების ზოგიერთი თვისება. ერთ კერძო შემთხვევაში დამტკიცებულია ოპტიმალობის თეორემა საშუალო შემთხვევისთვის (average case) და მიღებულია უარესი შემთხვევის (worst case) შეფასებები. ამ საკითხებთან დაკავშირებით მომზადებულია ერთი სტატია [11.4].

პროცესორებზე დავალებების ოპტიმალური განაწილების ამოცანა, იმ შემთხვევაშიც კი როცა დავალებების შესრულების დრო მხოლოდ ორი განსხვავებული სიდიდეა, NP-რთულია. საანგარიშო წელს მიღებულია ოპტიმალურობის პირობები ზოგიერთ კერძო შემთხვევაში და აგებულია ასევე ევრისტიული ალგორითმი. ამ საკითხებთან დაკავშირებით მომზადებულია ერთი სტატია [11.5].

საანგარიშო წელს განხილული იყო ქვესიმრავლეთა ჯამის ამოცანა. ეს ამოცანაც NP-რთულია, თუმცა, შესამოწმებელი სიმრავლეებიდან ისეთი ქვესიმრავლეების წინასწარ გამორიცხვა, რომლებიც არ შეიძლება შეიცავდეს ამონახსნს და დარჩენილი ქვესიმრავლეების პროცესორებზე ეფექტურად გადანაწილება, რთული ამოცანების რეალურად დასაშვებ დროში გადაწყვეტის საშუალებას იძლევა. ასეთ მიდგომასთან დაკავშირებით მომზადებულია ერთი სტატია [11.6].

სტოქასტური განრიგების ამოცანაში გამოყენებულია გაუსის და სიმეტრიულად წაკვეთილი გაუსის დამოუკიდებელი შემთხვევითი სიდიდეები. განხილულია მათი როლი დავალების შესრულების საშუალოდ ოპტიმალური და თითქმის ნამდვილად ოპტიმალური დროის პოვნაში ერთი დანადგარის შემთხვევაში. ამ საკითხებს მიემდგნა მოხსენება საქართველოში [8.1.20].

#### **4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები**

#### **5. პატენტები:**

#### **6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში**

##### **6.1. მონოგრაფიები/წიგნები**

##### **6.2. სახელმძღვანელოები**

##### **1) ავტორი/ავტორები**

1. ქ. ყაჭიაშვილი.

##### **2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN**

1. მანქანური სწავლების მეთოდები და ალგორითმები (სემინარული სამუშაოს მეთოდური მითითებანი). ISBN 978-9941-8-1753-3

### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. სტუ-ს „ITკონსალტინგის სამეცნიერო ცენტრი“, თბილისი, მ. კოსტავას 77.

### 4) გვერდების რაოდენობა

1. 28

### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. განხილულია მანქანური სწავლების ძირითადი მეთოდები, მათი რეალიზაციის ალგორითმები და გამოყენების მაგალითები. კერძოდ, ისეთი საკითხები, როგორცაა დამოკიდებულების აღდგენა, გადაწყვეტილების თეორია, ინფორმაციის თეორია, ალბათური განაწილებები, ალბათური მოდელები, რეგრესიის წრფივი მოდელები, ბაიესური მოდელები, კლასიფიკაციის წრფივი მოდელები, მანქანური სწავლების ალგორითმები, ნეირონული ქსელები და ბირთვული მეთოდები. მეთოდურ მითითებებში შემოთავაზებულია აღნიშნული თეორიული საკითხების განხილვა და შესაბამისი პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტა დოქტორანტებთან ერთად სემინარულ მეცადინეობებზე. მეთოდური მითითებები რეკომენდებულია ინფორმატიკის სპეციალობის დოქტორანტებისათვის.

### 6.3. კრებულები

#### 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

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

#### 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

##### 1) ავტორი/ავტორები

1. J. Sanikidze, M. Kublashvili, M. Mirianashvili
2. G. Berikelashvili, B. Midodashvili, M. Mirianashvili.
3. M. Zakradze, M. Kublashvili, Z. Tabagari.
4. Ed. Abramidze, El. Abramidze.
5. S. Chobanyan, M. Bakuridze, V. Tarieladze.
6. B. Mamporia, E. Namgalauri, O. Purtukhia.
7. G. Chelidze, M. Nikoleishvili, V. Tarieladze.
8. T. Davitashvili, H. Meladze.
9. A. Madera, H. Meladze, M. Surguladze and E. Grebennikova.
10. ნ. ფილია, მ. ფხოველიშვილი, ნ. არჩვაძე.

##### 2) სტატიის სათაური, ISSN

1. On Application of Direct Computational Methods to Numerical Solution of Singular Integral Equations with Cauchy Kernel. ISSN 1512-0066
2. On Solvability of Poisson's Equation with Mixed Dirichlet and Nonlocal Integral Type Conditions. e-ISSN 1512-3391
3. On the Investigation of an Analytical Solution of a Certain Dirichlet Generalized Harmonic Problem. ISSN 1512-0066.

4. Numerical Analysis of Nonlinear Deformation of Corrugated Layered Cylindrical Shell by Surface Force and Temperature Field Influence Based on Distinct Theories. ISSN 1512-0066.
5. On Menshov-Rademacher theorem in the quasi-orthogonal case. ISSN 1512-0066.
6. Stochastic integral representation of path-dependent Non-smooth Brownian Functionals. ISSN 1512-0066.
7. On a problem of integer valued optimization. ISSN 1512-0066.
8. Non-local Contact Problem for Linear Differential Equations with Partial Derivatives of Parabolic Type with Constant and Variable Coefficients. ISSN 1512-0511.
9. Mathematical modeling of stochastic systems using the generalized normal solution method. ISSN 2346-8092.
10. დამატებითი კრიპტოგრაფიის გამოყენება ბლოკჩეინში და მისი რეალიზება საარჩევნო სისტემაში. ISSN 0135-0765.

### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Rep. Enlarged Sess. Semin. I.Vekua Appl. Math., 47 (2021), p. 71-74.
2. International Workshop QUALITDE – 2020, December 19 – 21, 2020, Tbilisi, Georgia, p. 31-34.
3. Rep. Enlarged Sess. Semin. I. Vekua Appl. Math., 47 (2021), 81-86.
4. Rep. Enlarged Sess. Semin. I.Vekua Appl. Math., Volume 35, 2021, 3-6.
5. Rep. Enlarged Sess. Semin. I.Vekua Appl. Math., 35, 2021, 23 – 26.
6. Rep. Enlarged Sess. Semin. I. Vekua Appl. Math., 35, 2021, 63-66.
7. Enlarged Sess. Semin. I. Vekua Appl. Math., 47, 2021, 21-25.
8. Lecture Notes of TICMI, vol. 22, 2021.
9. Transactions of A. Razmadze Mathematical Institute, 175 (2021), no. 1, 69-74.
10. სტუ, არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, გვ. 167-176

### 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თსუ, ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი.
2. თსუ, ა. რაზმაძის მათემატიკის ინსტიტუტი.
3. თსუ, ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი.
4. თსუ, ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი.
5. თსუ, ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი.
6. თსუ, ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი.
7. თსუ, ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი.
8. თსუ, ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი.
9. თსუ, ა. რაზმაძის მათემატიკის ინსტიტუტი.
10. სტუ, არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტი.

### 5) გვერდების რაოდენობა

1. 4
2. 4
3. 6
4. 4
5. 4
6. 4
7. 5
8. 18
9. 6

10. 10

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. განხილულია გარკვეული ტიპის სასაზღვრო ამოცანების მიახლოებით ამოხსნასთან მიმართებით კომისიის ტიპის სინგულარულ ინტეგრალებთან დაკავშირებული ზოგიერთი კვადრატურული პროცესი. სახელდობრ, მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა მათემატიკური სქემის სიზუსტესა და სიმარტივეს, რაც უკავშირდება შესაბამის აპროქსიმაციაზე დაფუძნებულ სასაზღვრო ინტეგრალურ ამოცანებს.
2. ნაშრომში პუასონის განტოლებისათვის განხილულია ამოცანა, როდესაც მართკუთხა არის მოპირდაპირე გვერდებზე მოცემულია დირიხლეს პირობები, ხოლო დანარჩენ გვერდებზე კი მოცემულია ინტეგრალური ტიპის არალოკალური შეზღუდვები. დამტკიცებულია ამონახსნის არსებობა და ერთადერთობა სობოლევის წონიან სივრცეში (შენიშვნა: სტატია გამოქვეყნდა 2020 წლის მიწურულს და არ მოხვდა წინა წლის ანგარიშში).
3. ნაშრომი ეხება მართი წრიული ღერძსიმეტრიული ცილინდრული რგოლისათვის დირიხლეს ერთი განზოგადებული ჰარმონიული ამოცანის ანალიზური სახით აგებული ამონახსნის შესწავლას. ნაჩვენებია, რომ განხილული ამოცანა ხსენებული ამონახსნით შეიძლება გამოყენებული იქნეს ტესტური ამოცანის როლში.
4. დაზუსტებული თეორიის ერთი ვარიანტის საფუძველზე ფენოვანი გოფირებული ცილინდრულ გარსზე ზედაპირული ძალისა და ტემპერატურული ველის ზემოქმედების შემთხვევაში, გოფირებული ცილინდრული გარსის არაწრფივი დეფორმაციის ამოცანის რიცხვითი ამოხსნისათვის მიღებულია ამ კლასის ამოცანების ამომხსნელი დიფერენციალურ განტოლებათა არაწრფივი სისტემა. განხილულია გოფირებული ცილინდრული გარსის დეფორმაციის კერძო მაგალითი. მოყვანილი მაგალითის რიცხვითი რეალიზაციით მიღებული შედეგების საფუძველზე ჩატარებული სათანადო ანალიზი.
5. დამტკიცებულია მენზოვ-რადემახერის თეორემის ანალოგი კანტოროვიჩის ფორმით ფუნქციების კაც-სალემ-ზიგმუნდის აზრით კვაზი-ორთოგონალური მიმდევრობებისათვის.
6. შესწავლილია სტოქასტურად არაგლუვი ბროუნის ფუნქციონალების სტოქასტური ინტეგრალური წარმოდგენის საკითხებს. აღმოჩნდა, რომ ფუნქციონალის სიგლუვის მოთხოვნა შეიძლება შესუსტდეს და შეიცვალოს მისი პირობითი მათემატიკური მოლოდინის სიგლუვის მოთხოვნით. ო. ლლონტმა და ო. ფურთუხიამ (2017) განაზოგადეს კლარკ-ოკონეს ფორმულა ამ შემთხვევისათვის და დაადგინეს ინტეგრანდის ცხადი სახით პოვნის მეთოდი. აქ განიხილება ფუნქციონალები, რომლებიც არ აკმაყოფილებდნენ ამ შესუსტებულ პირობებსაც. განსახილველი ფუნქციონალების კლასში შედის ისეთი არაგლუვი ფუნქციონალები, რომელთათვის შეუძლებელია არა მხოლოდ კლარკ-ოკონეს ცნობილი ფორმულის (1984), არამედ ასევე მისი ლლონტი-ფურთუხიას განზოგადების (2017) გამოყენება. ამასთანავე, მიღებული შედეგიდან მარტივად შეგვიძლია მივიღოთ კლარკ-ოკონეს ფორმულა გლუვი ფუნქციონალებისთვის.
7. მომეხნილია გამოსახულება ისეთ არაუარყოფით მთელ რიცხვთა ნამრავლის მაქსიმალური მნიშვნელობისთვის, რომელთა ჯამი მოცემული ფიქსირებული რიცხვია.
8. ნაშრომი ეძღვნება არალოკალური საკონტაქტო ამოცანის დასმასა და გამოკვლევას პარაბოლური ტიპის წრფივი დიფერენციალური კერძოწარმოებულებიანი განტოლებისთვის. ნაშრომის პირველ ნაწილში განხილულია წრფივი პარაბოლური განტოლება მუდმივი კოეფიციენტებით. არალოკალური საკონტაქტო ამოცანის გადასაჭრელად გამოიყენება ცვლადთა განცალების მეთოდი (ფურიეს მეთოდი). ამ ამოცანისათვის მიღებულია ანალიზური ამოხსნები. შემდეგ განიხილება არალოკალური საკონტაქტო ამოცანა პარაბოლური განტოლებისთვის ცვლადი კოეფიციენტებით. იტერაციული მეთოდის გამოყენებით მტკიცდება პრობლემის კლასიკური გადაწყვეტის არსებობა და ერთადერთობა. ამონახსნის არსებობისა და ერთადერთობის დამტკიცება ემყარება ჰარნაკის განზოგადებული თეორემის გამოყენებას, რომელიც ასევე მოქმედებს პარაბოლური ტიპის კერძოწარმოებულებიანი წრფივი დიფერენციალური განტოლებისთვის. მეთოდის ეფექტურობა დასტურდება რიცხვითი გამოთვლებით.



9. რთული საინჟინრო სისტემების მუშაობა იწვევს სხვადასხვა ფიზიკურ, მათ შორის თერმულ, ელექტრო, ჰიდროდინამიკურ, მექანიკურ, ელექტრომაგნიტურ და ა.შ. პროცესებს. საინჟინრო სისტემის ელემენტების პარამეტრები და მასში მიმდინარე პროცესები სტოქასტურია, რაც შედეგია როგორც ელემენტების პარამეტრების სტოქასტური ბუნების, ასევე პარამეტრების შემთხვევითი ბუნების და გარემოსა და გარე ფაქტორების გავლენისა. სტოქასტური საინჟინრო სისტემების მათემატიკური მოდელი, რომელიც ამ ნაშრომშია შემუშავებული, ეყრდნობა უნივერსალურ სტრუქტურულ კონცეპტუალურ საინჟინრო სისტემის მოდელს, რომელიც წარმოდგენილია მიმართული გრაფის სახით და ასახავს საინჟინრო სისტემის სტრუქტურასა და მოდელირებულ ფიზიკურ პროცესებს. მდგომარეობის ცვლადები სისტემის სტრუქტურულ კონცეპტუალურ მოდელში არის პოტენციალი გრაფის კვანძებში და ნაკადები გრაფის წიბოებზე, რომლებიც შეიძლება შეიცავდეს ელემენტებს, რომლებიც მოდელირებას უკეთებენ ენერჯის გაფრქვევის, პოტენციური ენერჯის დაგროვებისა და კინეტიკური ენერჯის შენახვის პროცესებს, ასევე დამოუკიდებელ წყაროებს, როგორცაა პოტენციალი და ფიზიკური სიდიდის ნაკადი წინასწარ ცნობილი მნიშვნელობით. სტოქასტური პროცესები საინჟინრო სისტემის მოდელის გრაფში ყოველი ელემენტარული  $\omega$  ხდომილებისთვის ელემენტარულ ხდომილებათა  $\Omega$  სივრციდან აღწერილია მათემატიკური მოდელით  $H(\omega)X(\omega) = Y(\omega)$ ,  $\omega \in \Omega$ , სტოქასტური მატრიცით  $H(\omega) = AG(\omega)AT$ , სადაც  $A$  არის ინციდენტური მატრიცა და  $G(\omega)$  არის ელემენტების ასეთი პარამეტრების სტოქასტური დიაგონალური მატრიცა. წინამდებარე ნაშრომში განხილულია მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია განზოგადებული ნორმალური ამოხსნის კონცეფციაზე, რომელიც ასევე ცნობილია როგორც ფსევდოამოხსნა, ფსევდომებრუნებული მატრიცისა და განზოგადებული შებრუნებული მატრიცის მეთოდზე, რომელიც საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ განტოლება სტოქასტური საინჟინრო სისტემის მათემატიკური მოდელის  $X(\omega)$  სტოქასტური ამოხსნის სტატისტიკური პარამეტრებისთვის (მოლოდინები, კოვარიანტები, დისპერსიები, სტანდარტული გადახრები), სისტემის  $G(\omega)$  მატრიცის წინასწარ ცნობილი ელემენტებისა და სტოქასტური მარჯვენა მხარის  $Y(\omega)$  ვექტორის გამოყენებით. მეთოდის გამოყენებამ სტოქასტური თერმული პროცესების მოდელირებაში და სტატისტიკურმა პარამეტრებმა რთული ელექტრონული სისტემებისთვის აჩვენა, რომ მეთოდი ადეკვატური და ეფექტურია.
10. ნაშრომში წარმოჩენილია ბლოკჩეინში დამატებითი კრიპტოგრაფიის გამოყენების და საარჩევნო სისტემებში დანერგვის შესაძლებლობები. საარჩევნო სისტემის საიმედოობის გაზრდის მიზნით, განხილულია დღეისათვის არსებულ ბლოკჩეინ ტექნოლოგიაზე დაფუძნებულ საარჩევნო სისტემებში დამატებით გამოყენებული სხვადასხვა მონაცემის ნაცვლად კრიპტოგრაფიული დაშიფვრის გზით მიღებული ვერიფიკაციის გამოყენების შესაძლებლობა. ამომრჩევლის რეგისტრაციისა და ხმის მიცემის პროცესის რეალიზებისთვის წარმოდგენილია ალგორითმები ბლოკ-სქემების სახით.

## 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

### 7.2. სახელმძღვანელოები

### 7.3. კრებულები

### 7.4. სტატიები

#### 1) ავტორი/ავტორები

1. D. Ugulava, D. Zarnadze.
2. A. Castejon, E. Corbacho, V. Tarieladze.
3. B. Mamporia, E. Namgalauri, O. Purtukhia.
4. T. Giorgobiani, K. Kandelaki, V. Kvaratskhelia, M. Tsatsanashvili.

5. X. Dominguez V. Tarieladze.
6. T. Davitashvili, G. Tsertsvadze, H. Meladze
7. H. Meladze, L. Trapaidze.
8. **Z. Gasitashvili, M. Phkhovelishvili, N. Archvadze.**
9. **Z. Gasitashvili, M. Phkhovelishvili, N. Archvadze.**
10. K.J. Kachiashvili.
11. K.J. Kachiashvili.

## 2) სტატის სათაური, ციფრული (დოიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. On a central algorithm for calculation of the inverse of the harmonic oscillator in the space of orbits., DOI 10.1016/j.jco.2021.101599 (online)
2. Series with Commuting Terms in Topologized Semigroups. <https://doi.org/10.3390/axioms10040237>.
3. On the Clark–Ocone type formula for integral type Wiener functional. ISSN: 2248-9444.
4. Passenger transit issues in the sustainable urban transport development strategy of the city Tbilisi. ISBN 978-1-73981-124-2.
5. On local quasi-convexity as a three-space property in topological abelian groups. <https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2021.125052>
6. On the Probabilistic Model of the Cartesian Product of Canonically Conjugate Fuzzy Subsets. ISBN 978-1-1339-5.
7. Closed and Mixed-type Queuing Models for Structural Control of Complex Technical Systems. ISBN 978-1-1339-5.
8. **New Algorithms for Improvement of Prediction Models Using Data Parallelism. ISBN 978-1-1339-5.**
9. **New algorithm for building effective model from prediction models using parallel data. ISBN 978-985-7198-07-8.**
10. Constrained Bayesian Rules for Testing Statistical Hypotheses. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-1368-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-16-1368-5_11).
11. Existing Approaches and Development Perspectives for Inferences. ISSN (online): 1929-6029.

## 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Journal of Complexity, v. 68.
2. Axioms 2021, 10(4), 237.
3. Global and Stochastic Analysis. Vol. 8 No. 3, pp. 87-95. Special Issue: Modern Stochastic Models and Problems of Actuarial Mathematics.
4. VII International Scientific and Practical Conference "Fundamental and applied research in the modern world", 17-19 February 2021, Boston, USA, Abstracts, p. 75-83. <https://sci-conf.com.ua>
5. Journal of Mathematical Analysis and Applications, 499, 2021, 1-15.
6. 13th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2021), Yerevan, Armenia, September 27 - October 1, 2021, UDC 004. IIAP NAS RA 2021, Proceedings, pp.124-130.
7. 13th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2021), Yerevan, Armenia, September 27 - October 1, 2021, UDC 004. IIAP NAS RA 2021, Proceedings, pp.204-206.
8. **13th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT 2021), Armenia, Yerevan, September 27 - October 1, 2021. UDC 004. IIAP NAS RA 2021, Proceedings.**
9. **Pattern Recognition and Information Processing (PRIP'2021). Proceedings of the 15th International Conference, 21-24 Sept. 2021, Minsk, Belarus. UIIP NASB, 2021. p. 25-28.**
10. Ed-s B. K. Sinha and S. B. Bagchi, Strategic Management, Decision Theory, and Decision Science, Springer Nature book (ISBN 978-981-16-1368-5), 159-176.
11. International Journal of Statistics in Medical Research, 10, 63-71.

## 4) გვერდების რაოდენობა

1. 12
2. 9
3. 9
4. 9
5. 15
6. 7
7. 3
8. 4
9. 4
10. 8
11. 9

### ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. განხილულია  $Au = f$  განტოლება წრფივი სიმეტრიული დადებითად განსაზღვრული  $A: D(A) \subset H \rightarrow H$  ოპერატორით, რომელსაც აქვს დისკრეტული სპექტრი და მკვრივი ანასახი ჰილბერტის კომპლექსურ სეპარაბელურ  $H$  სივრცეში. განტოლება გადატანილია სასრულ ორბიტა  $D(A^n)$  სივრცეში და აგრეთვე ყველა ორბიტა ფრეშეს  $D(A^\infty)$  სივრცეში, რომელიც არის  $\{D(A^n)\}$  სივრცეთა მიმდევრობის პროექციული ზღვარი.  $A$ -ს შებრუნებული ოპერატორის შემცველი განტოლების მიახლოებითი ამოხსნისათვის კონსტრუირებულია წრფივი სპლაინური ცენტრალური ალგორითმი. დამტკიცებულია მიახლოებითი ამონახსნების მიმდევრობის ზუსტი ამონახსნისაკენ კრებადობა. მიღებული შედეგები გამოყენებულია კვანტური ჰარმონიული ოსცილატორის  $Au(t) = -u''(t) + t^2u(t)$ ,  $t \in \mathbb{R}$ , ოპერატორისათვის სასრულო ორბიტების  $D(A^n)$  ჰილბერტის სივრცეში და აგრეთვე ყველა ორბიტების ფრეშეს  $D(A^\infty)$  სივრცეში, რომელიც განხილულ შემთხვევაში ემთხვევა სწრაფად კლებად ფუნქციათა შვარცის სივრცეს. მოცემულია მიღებული შედეგების კვანტურ-მექანიკური სხვა ინტერპრეტაციები. შედეგები გამოყენებულია  $\mathcal{H}$  ჰამილტონიანის ორბიტალური  $\mathcal{H}_n$  ოპერატორის შემცველი  $\mathcal{K}_n = \text{orb}_n(\mathcal{H}, \psi) = \text{orb}_n(\mathcal{H}, f)$  განტოლებისათვის სასრულო ორბიტა  $D(\mathcal{H}^n)$  სივრცეში და აგრეთვე  $\mathcal{H}$  ჰამილტონიანის  $\mathcal{H}^\infty$  ორბიტალური ოპერატორის შემცველი  $\mathcal{K}^\infty = \text{orb}(\mathcal{H}, \psi) = \text{orb}(\mathcal{H}, f)$  განტოლებისათვის.
2. ნაჩვენებია, რომ ნებისმიერ ტოპოლოგიზირებულ ნახევარჯგუფში კომპუტირებადი წევრებიანი უპირობო კრებადი მწკრივის ჯამი არაა დამოკიდებული შესაკრებთა რიგზე.
3. როგორც ცნობილია, სტოქსტურად გლუვი ვინერის ფუნქციონალებისთვის სტოქსტური ინტეგრალური წარმოდგენის მიღების ყველაზე ცნობილი მეთოდია კლარკ-ოკონეს ფორმულა, სადაც ინტეგრანდი წარმოადგენს ფუნქციონალის სტოქსტური (Malliavin) წარმოებულის ოფციონურ პროექციას (პირობით მათემატიკურ ლოდინს ვინერის ბუნებრივი ნაკადის მიმართ). მაგრამ მისი გამოყენება მოითხოვს ძალიან დიდ ძალისხმევას და შესაბამისად, ცალკე განხილვის საგანია ინტეგრანდის დადგენა ცხადი სახით. წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია ინტეგრალური ტიპის ვინერის ფუნქციონალების ერთი კლასი და დადგენილია კლარკ-ოკონეს ტიპის სტოქსტური ინტეგრალური წარმოდგენის ფორმულა ინტეგრანდის ცხადი გამოსახულებებით. გარდა ამისა, ცალკე განხილულია ინტეგრალური წარმოდგენის საკითხების ე.წ. აზიური ოფციონის გადასახადის ფუნქციისათვის ბაშელიეს ფინანსური ბაზრის მოდელში.
4. გამოკვლეულია ქალაქ თბილისის ავტობუსების სატრანზიტო სისტემის ეფექტურობა 2019 წლის განმავლობაში მგზავრთა ნაკადის სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე. გარდამავალ 2018-2019 წლების პერიოდში სისტემაში ცვლილებების გამოსავლენად, ამ პერიოდის ზოგიერთი სტატისტიკური მონაცემები შედარებულია 2017 წლის ანალოგიურ მონაცემებთან, რომელთა გამოკვლევა მოხდა ქალაქ თბილისის მერიის და საერთაშორისო საინჟინრო-კონსალტინგური ჯგუფის SYSTRA-ს ერთობლივ

პროექტში. 2019 წლის მგზავრთა ნაკადის ანალიზი ხდება როგორც სამუშაო და სადღესასწაულო დღეების, ასევე სეზონური ტენდენციების გათვალისწინებით.

5. გამოკვლეულია პირობები რომელთა შესრულების შემთხვევაში ქვეჯგუფის და მის მიმართ ფაქტორ - ჯგუფის ლოკალურად კვაზი-ამოზნეცილობიდან გამოდის საწყისი ჯგუფის ლოკალურად კვაზი-ამოზნეცილობა.
6. ნაშრომში გამოკვლეულია კანონიკურად შეუღლებული არამკაფიო ქვესიმრავლეების დეკარტული ნამრავლის ალბათური მოდელის აგებასთან დაკავშირებული ამოცანა. დეტალურად განიხილება ორი არამკაფიო ქვესიმრავლის დეკარტული ნამრავლის შემთხვევა ფერების გამოყენებით. ნაჩვენებია, რომ მოდელი ყველაზე სრულად ასახავს ორ კანონიკურად შეუღლებული ფერის კავშირის განსაკუთრებულ, „დამატებით“ ბუნებას.
7. ნაშრომში განხილულია რთული ტექნიკური სისტემის სტრუქტურული კონტროლის ამოცანა და მისი მათემატიკური ინტერპრეტაცია. სისტემის საიმედოობისა და ფუნქციონირების ანალიზისთვის ჩაკეტილი და შერეული ექსპონენციალური რიგების მოდელი აგებულია ჩვეულებრივი წრფივი დიფერენციალური განტოლებების სასრული და უსასრულო სისტემის სახით. მდგრად მდგომარეობაში ის დადის წრფივი ალგებრული განტოლებების სისტემაზე.
8. სტატიაში განხილულია არსებული პროგნოზირების მოდელების გაუმჯობესების საკითხები, რისთვისაც გამოიყენება პარალელური მონაცემები. ეს არის მონაცემები, რომლებიც ერთდროულად ახდენენ გავლენას რაიმე მოვლენის პროგნოზირებაზე. სტატიაში აღწერილია ამ მეთოდის გამოყენების შემდეგი ეტაპები: პროგნოზირების სიზუსტის დელიმიტაცია  $n$  განზომილებიანი სივრცეში  $n$  ელემენტის პროგნოზების გამოსახვით და მათ შორის ამ სივრცეში ცდომილების გამოთვლის ალგორითმი; დინამიური პროგნოზირების ამოცანებში პარალელური მონაცემების გამოყენების გაუმჯობესებული ალგორითმი.
9. განიხილება პროგნოზირების მოდელებიდან პარალელური მონაცემების გამოყენებით ბევრად უფრო ეფექტური ახალი ჰიბრიდული მოდელების აგება. მოცემულია მოდელების წყვილების არჩევის ალგორითმი და მისი უპირატესობა პროგნოზის ნებისმიერ საუკეთესო მოდელზე. ნაჩვენებია პროგნოზირების მეტი რაოდენობის მოდელების წყვილების უპირატესობა უფრო ნაკლები რაოდენობის წყვილებზე და განხილულია პროგნოზების „მიახლოებითი დამთხვევების“ გათვალისწინების ალგორითმი წყვილების არჩევისას.
10. განხილულია სტატისტიკური ჰიპოთეზების ტესტირების პირობითი ბაიესის მეთოდი (CBM) და მისი გამოყენება სხვადასხვა ტიპის ჰიპოთეზების შემოწმებისათვის. ნაჩვენებია, რომ CBM არის ახალი ფილოსოფია სტატისტიკური ჰიპოთეზების თეორიაში, რომელიც მოიცავს ფიშერის, ნეიმან-პირსონის, ჯეფერის და ვალდის არსებული ფილოსოფიების შესაძლებლობებს. სხვადასხვა ტიპის ჰიპოთეზები შემოწმებულია პარალელური და მიმდევრობითი ექსპერიმენტების დროს CBM-ის გამოყენებით: მარტივი, რთული, ასიმეტრიული, მრავლობითი და გაერთიანება-გადაკვეთა, გადაკვეთა-გაერთიანება. მიღებული შედეგები ნათლად აჩვენებს CBM-ის უპირატესობას ჩამოთვლილ მიდგომებთან შედარებით.
11. სტატისტიკური ჰიპოთეზების შემოწმება არის მათემატიკური სტატისტიკის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულება, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება თეორიულ კვლევებსა და პრაქტიკული პრობლემების გადაწყვეტისათვის. სხვა მიმართულებებთან ერთად, ეს მეთოდები ფართოდ გამოიყენება სამედიცინო კვლევებშიც. სხვადასხვა დარგის მეცნიერები, მათ შორის მედიცინისა, რომლებიც არ არიან ექსპერტები სტატისტიკაში, ხშირად დგანან დილემის წინაშე, თუ რომელი მეთოდი გამოიყენონ მათთვის საინტერესო პრობლემის გადასაჭრელად. სტატია ეძღვნება სპეციალისტების დახმარებას ამ პრობლემის გადაჭრაში და ოპტიმალური გადაწყვეტის პოვნაში. ამ მიზნით ნაშრომში ძალიან მარტივად და ნათლად

არის ახსნილი არსებული მიდგომების არსი და ნაჩვენებია მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები, მოცემულია რეკომენდაციები მათ გამოყენებასთან დაკავშირებით არსებული ინფორმაციისა და გამოკვლევის შედეგად მისაღწევი მიზნის მიხედვით.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. J. Sanikidze, M. Kublashvili, M. Mirianashvili.
2. M. Zakradze, M. Kublashvili, Z. Tabagari.
3. M. Zakradze, M. Kublashvili, Z. Tabagari, N. Koblishvili.
4. Ed. Abramidze, El. Abramidze.
5. M. Kublashvili, T. Saghinadze.
6. D. Ugulava, D. Zarnadze.
7. S. Tsotniashvili, D. Zarnadze.
8. დ. ზარნაძე, ზ. ჭყონია, ს. ცოტნიაშვილი.
9. G. Chelidze, M. Nikoleishvili, V. Tarieladze.
10. G. Chelidze, M. Nikoleishvili, V. Tarieladze.
11. G. Baghaturia, M. Menteshashvili.
12. G. Baghaturia, M. Menteshashvili.
13. S. Chobanyan, M. Bakuridze, V. Tarieladze.
14. S. Chobanyan, M. Bakuridze, V. Tarieladze.
15. B. Mamporia, E. Namgalauri, O. Purtukhia.
16. B. Mamporia, O. Purtukhia.
17. V. Berikashvili, S. Chobanyan, G. Giorgobiani, V. Kvaratskhelia.
18. V. Berikashvili, G. Giorgobiani, V. Kvaratskhelia.
19. V. Berikashvili, G. Giorgobiani, V. Kvaratskhelia.
20. B. Mamporia, V. Tarieladze, N. Vakhania.
21. T. Davitashvili, H. Meladze.
22. T. Davitashvili, H. Meladze.
23. N. Archvadze, M. Phkhovelishvili.
24. K.J. Kachiashvili.
25. K.J. Kachiashvili.

#### 2) მოხსენების სათაური

1. On Application of Direct Computational Methods to Numerical Solution of Singular Integral Equations with Cauchy Kernel.
2. On the Investigation of an Analytical Solution of a Certain Dirichlet Generalized Harmonic Problem.
3. On Numerical Solving of the Dirichlet Generalized Harmonic Problem for Regular n-sided Pyramidal Domains by the Probabilistic Method.
4. Numerical Analysis of Nonlinear Deformation of Corrugated Layered Cylindrical Shell by Surface Force and Temperature Field Influence Based on Distinct Theories.
5. About some generalizations of finite differences.
6. About the concept of orbital quantum mechanics.
7. A Generalization of the Canonical Commutative Relation in the strict Quantum Fréchet–Hilbert Space.

8. ციტატის ცნების ლინგვისტური განსაზღვრების და ციტირების წესის ზოგიერთი ლოგიკური და სამართლებრივი საკითხი.
9. On a problem of integer valued optimization.
10. On an algorithm for integer optimization.
11. Inverse Problems and Their Discrete Analogs for the Second Order Quasi-Linear Equations of Mixed Type
12. Inverse problems for the second order equations of mixed type.
13. On two definitions of quasi-orthogonality,
14. On Menshov–Rademacher Inequality.
15. Stochastic integral representation of path-dependent Non-smooth Brownian Functionals.
16. On multiple Ito integrals in a Banach space.
17. The law of large numbers of weakly correlated random elements with values in  $l_p, 1 \leq p < \infty$ .
18. The Law of Large Numbers for Weakly Correlated Random Elements in the Spaces  $l_p, 1 \leq p < \infty$ .
19. The Law of Large Numbers in  $l_p, 1 \leq p < \infty$ , Spaces.
20. On Gaussian Random Variables in Stochastic Scheduling Problems.
21. Non-local Contact Problem for Linear Partial Differential Equations of Parabolic Type with Constant and Variable Coefficients.
22. The Factorized Difference Schemes for the Numerical Solution of a Quasi-linear System of Hyperbolic Type Equations.
23. Model of Coronavirus Spread in the Light of Vaccination.
24. Testing hypotheses concerning equal parameters of normal distribution.
25. Existing Approaches and Development Perspectives for Inferences.

### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. XXXV Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, 21-24 April, 2021, VIAM-TSU, Tbilisi, Georgia.
2. XXXV Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, 21-24 April, 2021, VIAM-TSU, Tbilisi, Georgia.
3. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia.
4. XXXV Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, 21-24 April, 2021, VIAM-TSU, Tbilisi, Georgia.
5. მეორე საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული სემინარი, "ევროპული ინოვაციური ტექნოლოგიები მშენებლობაში და გარემოს ინჟინერია". სტუ, 2021, 29--30 ივლისი, თბილისი, საქართველო.
6. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia.
7. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia.
8. გორის სახელმწიფო სასწავლო უნივერსიტეტის მეთოთხმეტე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. 2021, დეკემბერი 9-10.
9. XXXV Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, 21-24 April, 2021, VIAM-TSU, Tbilisi, Georgia.
10. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia.
11. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia.
12. XII Annual International Meeting of the Georgian Mechanical Union. Dedicated to 130 birthday anniversary of academician N. Muskhelishvili. September 9-11, 2021, Kutaisi, Georgia.
13. XXXV Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, 21-24 April, 2021, VIAM-TSU, Tbilisi, Georgia.
14. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia.



15. XXXV Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, 21-24 April, 2021, VIAM-TSU, Tbilisi, Georgia.
16. XXXV Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, 21-24 April, 2021, VIAM-TSU, Tbilisi, Georgia.
17. XXXV Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, 21-24 April, 2021, VIAM-TSU, Tbilisi, Georgia.
18. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia.
19. XII Annual International Meeting of the Georgian Mechanical Union. Dedicated to 130 birthday anniversary of academician N. Muskhelishvili. September 9-11, 2021, Kutaisi, Georgia.
20. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia.
21. The Fifth International Conference on Applications of Mathematics and Informatics in Natural Sciences and Engineering (AMINSE 2020), Dedicated to the 25th Anniversary of Tbilisi International Centre of Mathematics and Informatics (TICMI), June 16-19, 2021, Tbilisi, Georgia.
22. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia.
23. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia.
24. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia.
25. XXXV Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, 21-24 April, 2021, VIAM-TSU, Tbilisi, Georgia.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

5. მოხსენება ეხება საინჟინრო სფეროში ერთ-ერთ ყველაზე გავრცელებულ რიცხვით მეთოდს, სასრულ სხვაობათა მეთოდს. განხილულია ტეილორის მწკრივის "კოეფიციენტების შერჩევის" მეთოდის ანალოგიური სქემა, გარკვეული მოდიფიცირებით, ერთი ცვლადის ფუნქციისთვის. მიღებულია ახალი,  $O(h^2)$  სიზუსტის, ნეიმანის სასაზღვრო პირობის შესაბამისი სასრული სხვაობა, რომელიც იყენებს მხოლოდ საპროქსიმაციო სქემაში მოცემულ წერტილებს. შემდგომში შესაძლებელია კვლევის განზოგადება ორი ცვლადის ფუნქციისათვის.

8. ნაშრომში განხილულია ციტატის და პარაფრაზის ლინგვისტური განსაზღვრება. დადგენილია 12 გამონათქვამის აუცილებლად ჭეშმარიტობა. შესწავლილია ნაწარმოების თავისუფალ გამოყენებასთან დაკავშირებული სამართლის ნორმის სტრუქტურა და მოყვანილია მისი ანალიტიკური ინტერპრეტაცია. მითითებულია პლაგიატის საკმარისი და აუცილებელი პირობები. შემუშავებულია ციტატის, ციტირების და პარაფრაზის ტერმინები. მიღებულია რეკომენდაციები აღნიშნული ტერმინების კანონმდებლობაში ასახვის საჭიროების შესახებ.

19. მოხსენებაში ყურადღება გამახვილებულია რამდენიმე შედეგზე, რომლებიც გამომდინარეობს ავტორების მიერ დამტკიცებული დიდ რიცხვთა კანონიდან სუსტად კორელირებული შემთხვევითი ელემენტებისთვის მნიშვნელობებით  $L_p$  სივრცეებში.

## 8. 2. უცხოეთში

### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. G. Baghaturia.
2. Z. Peradzynski, G. Baghaturia.
3. G. Chelidze, G. Giorgobiani, V. Tarieladze.
4. V. Berikashvili, G. Giorgobiani, V. Kvaratskhelia.

5. V. Tarieladze.
6. T. Giorgobiani, K. Kandelaki, V. Kvaratskhelia, M. Tsatsanashvili.
7. T. Davitashvili, G. Tsertsvadze, H. Meladze.
8. H. Meladze, L. Trapaidze.
9. Z. Gasitashvili, M. Phkhovelishvili, N. Archvadze.
10. **Z. Gasitashvili, M. Phkhovelishvili, N. Archvadze.**
11. K.J. Kachiashvili.

## 2) მოხსენებების სათაური

1. Some problems for partial differential equations of mixed type.
2. Double Waves and Yanenko Equation.
3. Rearrangement universality of the prime numbers' power series in a complex field.
4. On the law of large numbers for dependent random elements.
5. On Dudley's proof of Glivenko-Cantelli's theorem.
6. Passenger transit issues in the sustainable urban transport development strategy of the city Tbilisi.
7. On the Probabilistic Model of the Cartesian Product of Canonically Conjugate Fuzzy Subsets.
8. Closed and Mixed-type Queuing Models for Structural Control of Complex Technical Systems.
9. New Algorithms for Improvement of Prediction Models Using Data Parallelism.
10. **New algorithm for building effective model from prediction models using parallel data.**
11. Parameters' Estimation of Some Irregular Probability Distributions.

## 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 9th international workshop on Surface engineering and 5th international workshop on applied and sustainable engineering, 20.06.2021-26.06.2021, Koszalin University of Technology, Poland.  
<http://workshop.tu.koszalin.pl/2021/index.html>
2. Analytical and Numerical Methods in Differential Equations. A virtual conference on occasion of the 100th birthday of Academician Nikolai N. Yanenko. 23 August - 26 August 2021.  
<https://math.sut.ac.th/Mathematics/Home>
3. 13th International ISAAC Congress, August 2–6, 2021 - Ghent, Belgium, Book of abstracts, p. 38,  
[https://cage.ugent.be/isaac2021/Abstracts\\_printing.pdf](https://cage.ugent.be/isaac2021/Abstracts_printing.pdf).
4. Recent Trends in Statistical Theory and Applications - 2021 [WSTA 2021], 29 June – 2 July, 2021 at Kerala University, Trivandrum, India, <https://sites.google.com/keralauniversity.ac.in/wsta-2021/home?authuser=0>
5. Recent Trends in Statistical Theory and Applications - 2021 [WSTA 2021], 29 June – 2 July, 2021 at Kerala University, Trivandrum, India, (Special invited talk).
6. VII International Scientific and Practical Conference "Fundamental and applied research in the modern world", 17-19 February 2021, Boston, USA, Abstracts, p. 75-83. ISBN 978-1-73981-124-2, <https://sci-conf.com.ua> (ანოტაცია იხ. 7.4. 4.)



7. 13th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2019), Yerevan, Armenia, September 27 - October 1, 2021, <https://csit.am/2021/> (ანოტაცია იხილეთ 7.4.6.)
8. 13th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2021), Yerevan, Armenia, September 27 - October 1, 2021, <https://csit.am/2021/> (ანოტაცია იხ. 7.4.7.)
9. 13th International Conference on Computer Science and Information Technologies CSIT 2021. Proceedings. Armenia, Yerevan, September 27 - October 1, 2021, <https://csit.am/2021/index.php> (ანოტაცია იხ. 7.4. 9.)
10. Pattern Recognition and Information Processing (PRIP'2021): Proceedings of the 15th International Conference, 21–24 Sept. 2021, Minsk, Belarus.  
[https://www.prip.by/2021/assets/files/papers/2124092021PRIP\\_proceedings\\_A1-5.pdf](https://www.prip.by/2021/assets/files/papers/2124092021PRIP_proceedings_A1-5.pdf)
11. Recent Trends in Statistical Theory and Applications - 2021 [WSTA 2021], 29 June – 2 July, 2021 at Kerala University, Trivandrum, India. <https://sites.google.com/keralauniversity.ac.in/wsta-2021/home>

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

4. პრეზენტაცია ეხება ა. ხინჩინის ერთი ადრინდელი შედეგის განზოგადებას სუსტად კორელირებული შემთხვევითი ელემენტებისთვის მნიშვნელობებით  $L_p$  სივრცეებში.
5. მოხსენებაში მიმოხილულია გლივენკოს, კანტელის და კოლმოგოროვის შრომებით ინიცირებული შედეგები.
11. განხილულია ზოგიერთი არარეგულარული ალბათობის განაწილების პარამეტრების წაუნაცვლებელი, ძალმოსილი და ეფექტური შემფასებლები. ეს განაწილებების: მარტკუთხა სამკუთხა, სამკუთხა, ტრაპეციული, ანტიმოდალური-I, ანტიმოდალური-II, წაკვეცილი რელე და ბეტა განაწილებები. ბეტა განაწილებისთვის შექმნილია საძიებელი შემფასებლის გამოთვლის იტერაციული ალგორითმი. შესაბამისი შემთხვევითი ამონარჩევების გენერირების საფუძველზე რეალიზებულ გამოთვლითი შედეგები ადასტურებენ შემოთავაზებული თეორიული შედეგების სისწორეს.

## 9. დასაბეჭდად მიღებული სტატიები

1. M. Zakradze, M. Kublashvili, Z. Tabagari, N. Koblishvili. On Numerical Solving of the Dirichlet Generalized Harmonic Problem for Regular n-sided Pyramidal Domains by the Probabilistic Method. Proceedings of A. Razmadze Mathematical Institute.
2. S. Chobanyan, S. Levental. Maximum inequalities in rearrangements of orthogonal series. To appear in Georgian Mathematical Journal.
3. G. Z. Chelidze, A. N. Danelia, M. Z. Suladze. On the Chebishev center and nonemptiness of intersection of embedded sets. To appear in Matematicheskie Zametki with English translation in Mathematical Notes.

## 10. დასაბეჭდად გადაცემული სტატიები

1. D. Ugulava, D. Zarnadze. A linear spline algorithms of computerized tomography in the space of n-orbits. Georgian Mathematical Journal.
2. V. Berikashvili, G. Giorgobiani, V. Kvaratskhelia. The Law of Large Numbers for Weakly Correlated Random Elements in the Spaces  $L_p, 1 \leq p < \infty$ .
3. K. Kachiashvili, V. Kvaratskhelia, G. Svianadze, M. Tsatsanashvili. Evaluating the Effectiveness of the Electronic (Remote) Justice Model in Georgia in Terms of Exercising the Right to a Fair Trial. Journal of Arts Management, Law and Society.

4. K.J. Kachiashvili and I.K. Kachiashvili. Quasi-optimal Rule of Testing Directional Hypotheses and Its Application to Big Data.

### 11. დასაბუჟდად მომზადებული სტატიები

1. M. Zakradze, M. Kublashvili, Z. Tabagari, N. Koblishvili. The Probabilistic Method for Solving the Dirichlet Generalized Harmonic Problem in Some finite Axisymmetric Bodies with Cylindrical Hole.
2. S. Chobanyan, X. Dominguez, V. Tarieladze, R. Vidal. Inequalities involving signs and permutations with applications to sum ranges.
3. G. Chelidze, G. Giorgobiani, V. Tarieladze. Universality of the Dirichlet type series in a complex field. Birkhäuser book series Research perspective, Analysis, Applications, and Computations - Selected contributions of the 13th ISAAC Congress, Ghent, Belgium, 2021
4. B. Mamporia, V. Tarieladze, N. Vakhania. Symmetrically truncated Gaussian random variables in stochastic scheduling.
5. B. Mamporia, Z. Sanikidze. On scheduling with parallel machines.
6. B. Mamporia, M. Nikoleishvili. On subset sum problem.
7. T. Davitashvili, H. Meladze, F. Criado-Aldeanueva, J.M. Sanchez. On One Generalization of the Multipoint Nonlocal Contact Problem for Elliptic Equation in Rectangular Area.

### 12. დამატებითი ინფორმაცია

#### პედაგოგიური საქმიანობა

- ✓ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი: პროფესორები - მ. კუბლაშვილი, დ. უგულავა, ვ. კვარაცხელია, ვ. ტარიელაძე, ქ. ყაჭიაშვილი, მ. ფხოველიშვილი; ასოცირებული პროფესორები - ე. აბრამიძე, ზ. სანიკიძე, მ. ნაჭყეზია; მიწვეული პროფესორები - ჰ. მელაძე, გ. ცერცვაძე, გ. ბაღათურია, მ. ფხოველიშვილი.
- ✓ ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი: ბ. მამფორია - ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის მიწვეული პროფესორი.
- ✓ ქუთაისის საერთაშორისო უნივერსიტეტი - გ. ჭელიძე (ასოცირებული პროფესორი)
- ✓ შავი ზღვის საერთაშორისო უნივერსიტეტი - გ. ლლონტი (ასოცირებული პროფესორი), გ. გიორგობიანი (მიწვეული პროფესორი)
- ✓ საქართველოს საზოგადოებრივ საქმეთა ინსტიტუტი (GIPA) - მ. ნიკოლეიშვილი (პროფესორი)
- ✓ ბიზნესისა და ტექნოლოგიების უნივერსიტეტი (BTU) - ა. ჩახვაძე (ასისტენტ პროფესორი)
- ✓ სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი - მ. მენტეშაშვილი (ასოცირებული პროფესორი)
- ✓ ვლადიმერ კომაროვის სახელობის თბილისის 199-ე მათემატიკური საჯარო სკოლა - ვ. ბერიკაშვილი (მათემატიკის მიწვეული მასწავლებელი)
- ✓ სკოლა-პანსიონი „IB-მთიები“ - ჰ. მელაძე (მათემატიკის მიწვეული მასწავლებელი)

#### საერთაშორისო სამეცნიერო კომიტეტები:

1. ჰამლეტ მელაძე - The Fifth International Conference on Applications of Mathematics and Informatics in Natural Sciences and Engineering (AMINSE 2020), Dedicated to the 25th Anniversary of Tbilisi International Centre of Mathematics and Informatics (TICMI), June 16-19, 2021, Tbilisi, Georgia.

2. ჰამლეტ მელაძე - XI International Conference of Georgian Mathematical Union, Batumi, Georgia, August 23-28, 2021.

- დაცული დისერტაციის ხელმძღვანელობა: ვ. კვარაცხელია.
- დოქტორანტის ხელმძღვანელობა: მ. ფხოველიშვილი, ვ. კვარაცხელია.
- დისერტაციის რეცენზირება: ჰ. მელაძე, დ. უგულავა, გ. გიორგობიანი, ვ. კვარაცხელია (2).
- სამაგისტრო ნაშრომის ხელმძღვანელობა: დ. უგულავა (2), დ. ზარნაძე (2), ვ. კვარაცხელია.

### თანამშრომლობა სხვა ორგანიზაციებთან

გარდა სახელმწიფო ბიუჯეტით დაფინანსებული 5 წლიანი პროექტით დასახული ამოცანებისა, ინსტიტუტის თანამშრომლები აგრეთვე მონაწილეობენ სხვა პროექტებში.

1. თანამშრომლობა ა(ა)იპ - სასწავლო-კვლევით სამეცნიერო ცენტრთან. საანგარიშო წელს გრძელდებოდა თანამშრომლობა სასწავლო-კვლევით სამეცნიერო ცენტრთან. თანამშრომლობის ფარგლებში, ინსტიტუტის მეცნიერები და ცენტრის მიერ შერჩეული დოქტორანტები ჩართული იყვნენ სწავლების და კვლევის პროცესში. შედეგად, გამოქვეყნდა ერთი ერთობლივი სტატია უცხოეთში [7.4.4], დასაბუჯდად გადაცემულია ერთი სტატია [10.4].

განხილულია ახალი პროექტებიც, რომელთა განხორციელება დაგეგმილია მომავალი წლისთვის.

### 2. საქართველოს ღია მეცნიერების ღრუბლის (CLOUD) ინიციატივა.

საანგარიშო წელს ინსტიტუტი შეუერთდა “საქართველოს ღია მეცნიერების ღრუბლის (CLOUD) ინიციატივას”. ევროპის ღია მეცნიერების ღრუბელი (European Open Science Cloud – EOSC), Horizon 2020- ის პროექტია, რომლის ძირითადი მიზანია კვლევითი მონაცემების შეგროვება და დამუშავება ევრო-კავშირის მეცნიერების მხარდასაჭერად. ანალოგიურ მიზნებს ემსახურება საქართველოს ღია მეცნიერების ღრუბლის ინიციატივა. მონაწილე მხარეებს შორის გაფორმდა „ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმი“. <http://micm.edu.ge/>

### ჯილდოები

1. ცნობილი ქართველი მათემატიკოს-მკვლევარის, პედაგოგის და ორგანიზატორის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარისა და ინფორმატიკის განყოფილების ხელმძღვანელის, პროფესორ **ჰამლეტ მელაძის** მრავალრიცხოვან აკადემიურ ჯილდოებს კიდევ ერთი საერთაშორისო და პრესტიჟული ჯილდო შეემატა. ეს არის კომპიუტერულ სფეროში ერთ-ერთი უძველესი და უდიდესი სამეცნიერო-სასწავლო ორგანიზაციის, გამოთვლითი ტექნიკის ასოციაციის (ACM) მიერ დაწესებული ჯოზეფ ს. დებლასის (Joseph S. DeBlasi) ჯილდო. ჯილდოს გადაცემა მოხდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს რიგგარეშე გაფართოებულ სხდომაზე, მიმდინარე წლის 1 ნოემბერს. <http://micm.edu.ge/>

2. ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტის ალბათურ-სტატისტიკური მეთოდების განყოფილების გამგე, პროფესორი **ვაჟა ტარიელაძე** დაჯილდოვდა აკადემიის საპატიო სიგელით მათემატიკის დარგში სამეცნიერო მიღწევებისათვის. დაჯილდოების ცერემონიალი გაიმართა საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში “იუნესკოს” მიერ 2001 წელს დაფუძნებულ ღონისძიებაზე – “მეცნიერების მსოფლიო დღე

მშვიდობისა და განვითარებისთვის”, რომელიც ტრადიციულად აღინიშნება მსოფლიოს მასშტაბით ყოველწლიურად, 10 ნოემბერს. <http://micm.edu.ge/> , <http://science.org.ge/?p=9811>

### ინსტიტუტის გამომცემლობა

2021 წლიდან ინსტიტუტის ზედამხედველობით გამოიცემა ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი „კომპიუტერული მეცნიერებები და ტელეკომუნიკაციები“ (GRSJ:Computer Sciences and Telecommunications).

ჟურნალის ელექტრონული მისამართია [http://gesj.internet-academy.org.ge/ge/about\\_ge.php?b\\_sec=comp](http://gesj.internet-academy.org.ge/ge/about_ge.php?b_sec=comp) , (იხილეთ აგრეთვე <http://micm.edu.ge/work/publishing/>).

ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს 2021 წლის გადაწყვეტილებით, მიმდინარეობს ჟურნალის რეორგანიზაცია, რაც მიზნად ისახავს ჟურნალის პოპულარობის და ცნობადობის გაზრდას, სამეცნიერო პუბლიკაციების ხარისხის ამაღლებას.

### სემინარები

ინსტიტუტის განყოფილებებში რეგულარულად ტარდება სემინარები, ძირითადად ონლაინ რეჟიმში. საანგარიშო წელს აგრეთვე ჩატარდა რამდენიმე საერთო, საინსტიტუტო სემინარი. იხ. <http://micm.edu.ge/>

### მივლინება

1. მ. ფხოველიშვილი. 13th International Conference on Computer Science and Information Technologies CSIT 2021. Armenia, Yerevan, September 27 - October 1, 2021.
2. ბ. მამფორია. XI International Conference of the Georgian Mathematical Union. August 23 – 28, 2021, Batumi, Georgia (მივლინებული იყო გრანტის დაფინანსებით).

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის		
ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი		
სამეცნიერო პერსონალი 2021 წ.		
	გამოთვლითი მეთოდების განყოფილება	
1	ზაქრადე მამული - განყოფილების გამგე	21 ყიფშიძე ზურაბი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
2	კუბლაშვილი მურმანი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი (0.5)	22 ყაჭიაშვილი ქართლოსი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
3	მირიანაშვილი მანანა - მეცნიერი თანამშრომელი	23 დლონტი გიორგი - მეცნიერი თანამშრომელი (0.5)
4	აბრამიძე ედისონი - მეცნიერი თანამშრომელი (0.5)	24 ჩახვაძე ალექსანდრე - მეცნიერი თანამშრომელი (0.5)
5	სანიკიძე ჯემალი - კონსულტანტი	25 კორჭი ვლადიმერი - IT მენეჯერი
6	თაბაგარი ზაზა - მეცნიერი თანამშრომელი (0.5)	26 ყაჭიაშვილი იოსები - მეცნიერი თანამშრომელი
7	საღინაძე თეიმურაზი - ასისტენტ-მკვლევარი	27 სილაგაძე გივი - პროგრამისტი
8	კობლიშვილი ნანული - პროგრამისტი	28 პაპიაშვილი მაგული - პროგრამისტი (0.5)
9	სანიკიძე ზაზა - სწავლული მდივანი	<b>მათემატიკური მოდელირების განყოფილება</b>
	<b>ალბათურ-სტატისტიკური მეთოდების განყოფილება</b>	29 უგულავა დუგლასი - განყოფილების გამგე (0.5)
10	ტარიელაძე ვაჟა - განყოფილების გამგე (0.5)	30 ზარნაძე დავითი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
11	ჩოხანაძე სერგო - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი	31 მენტეშაშვილი მარინე - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
12	მამფორია ბადრი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი	32 წერეთელი პაატა - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი (0.5)
13	კვარაცხელია ვახტანგი - დირექტორი/მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი (0.5)	33 ნაჭყებია მზიანა - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
14	გიორგობიანი გიორგი - დირექტორის მოადგილე/მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი (0.5)	34 ბადათურია გიორგი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
15	ჭელიძე გიორგი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი (0.5)	35 ნიკოლეიშვილი მიხეილი - მეცნიერი თანამშრომელი
16	გორგაძე ზაზა - მეცნიერი თანამშრომელი (0.5)	36 ყალიჩავა ზვიადი - მეცნიერი თანამშრომელი
17	ბერიკაშვილი ვალერი - მეცნიერი თანამშრომელი	37 გოირგობიანი ჯიმშერი - კონსულტანტი
	<b>ინფორმატიკის განყოფილება</b>	<b>აკადემიკოს შალვა მიქელაძის სახელობის გამოთვლითი ცენტრი</b>
18	მელაძე ჰამლეტი - განყოფილების გამგე (0.5)	38 ჯიბუტი მორის - გამოთვლითი ცენტრის უფროსი (0.5)
19	ცერცვაძე გურამი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი	39 ჯავახიშვილი ცოტნე - პროგრამისტი
20	ფხოველიშვილი მერაბი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი	

## არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტი

### 2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის 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 ექვს 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. აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებისათვის ენერგოდამზოგი თბოსიცივით მომარაგების მოწყობილობათა შექმნა და გამოკვლევა თბური ტუმბოს დანადგარებისა და მეორეული ენერგორესურსების გამოყენებით
4. დიალოგური სისტემების ქართულენოვანი ინტერფეისი.
5. სამკურნალო დიაგნოსტიკური მხარდაჭერი სისტემის შექმნა იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის ამოცანის გადასაწყვეტად.
6. ელექტროენერგეტიკისა და ენერგოდანადგარების ზოგიერთი პრობლემის გამოკვლევა

პროექტების შესრულებაში მონაწილეობს ინსტიტუტის სამეცნიერო და საინჟინრო-ტექნიკური პერსონალი

2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგებისა და პროექტში მონაწილე პერსონალის როლის შესახებ ვრცელი ინფორმაცია წარმოდგენილია ტრადიციული სამეცნიერო მიმართულებებისა და სამეცნიერო განყოფილებების მიხედვით

#### მიმართულება – მართვის პროცესები

#### მინდია სალუქვაძის სახელობის

#### სისტემების იდენტიფიკაციისა და ოპტიმალური მართვის განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. „მართვის არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაცია და მოდელირება, რთული ფიზიკური და ეკონომიკური სისტემების მათემატიკური მოდელირებისა და ოპტიმიზაციის ამოცანათა კვლევა“

მეცნიერების დარგი: ინჟინერია და საინჟინრო საქმე, ქვედარგი/სპეციალიზაცია: ელექტრონიკა და ავტომატიზაცია, მიმართულება: ინჟინერია, წარმოება და მშენებლობა

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021 – 2023

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ვლადიმერ გაბისონია, განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნ. მეცნ. კანდიდატი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი - პროექტის ხელმძღვანელი;
2. ბესარიონ შანშიაშვილი – მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი - პროექტის შემსრულებელი (მიმართულება I-ის პასუხისმგებელი პირი);
3. იოსებ გოგოძე - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ფიზ-მათ. მეცნიერებათა კანდიდატი - პროექტის შემსრულებელი;
4. ვიქტორ ხუციშვილი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ფიზ-მათ. მეცნიერებათა კანდიდატი - პროექტის შემსრულებელი;
5. ნუგზარ დადიანი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი - პროექტის შემსრულებელი;
6. ნელი კილასონია – მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი - პროექტის შემსრულებელი;
7. ქეთევან კუთხაშვილი – მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი - პროექტის შემსრულებელი;
8. დალი სიხარულიძე – მეცნიერი თანამშრომელი – პროექტის შემსრულებელი;
9. დუდუხანა ცინცაძე – მეცნიერი თანამშრომელი – პროექტის შემსრულებელი;
10. ქეთევან ომიაძე – მეცნიერი თანამშრომელი – პროექტის შემსრულებელი.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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

**მიმართულება I** - მართვის არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაცია და მოდელირება (მიმართულება I-ის პასუხისმგებელი პირი - ბესარიონ შანშიაშვილი).

**მიმართულება II** - რთული სისტემების მათემატიკური მოდელირება და მრავალმიზნობრივი ოპტიმიზაცია.

**კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპზე:**

**მიმართულება I.**

ჩატარდა არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის თანამედროვე მეთოდების მიმოხილვა და ანალიზი. განხორციელდა ჩაკეტილ ციკლიანი არაწრფივი სისტემების მათემატიკური მოდელის განხილვა. დაისვა ჩაკეტილ ციკლიანი არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანა.

დამუშავდა სისტემის შემავალი და გამომავალი სიგნალების მიხედვით ჩაკეტილ ციკლიანი არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდი და ალგორითმი. ჩატარდა დამუშავებული სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდისა და ალგორითმის გამოკვლევა ადეკვატურობისა და სიზუსტის თვალსაზრისით.

პროექტის ამ ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების მეცნიერული ღირებულება მდგომარეობს იმაში, რომ განხორციელებული კვლევის შედეგად შემუშავებული იქნა პრაქტიკაში გავრცელებული არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ახალი, ორიგინალური ეფექტური მეთოდი და ალგორითმი. ასევე დამუშავდა რეკომენდაციები მათი გამოყენებისათვის პრაქტიკაში.

**მიმართულება II.**

**ქვემიმართულება II.1.** პროექტის ფარგლებში შესრულდა ამოცანები:

პროექტის შესრულების ამ ეტაპზე გამოკვლეულია განრიგთა თეორიის ამოცანა როდესაც დავალებათა შესრულება შესაძლებელია ერთსაფეხურა მრავალპროცესორული სისტემით, სადაც პროცესორები ნახევრად ურთიერთშეცვლადია, დამატებითი რესურსებისა და ნაწილობითი დალაგების სიმრავლეები კი ცარიელია.

მთელრიცხვა პროგრამირების მეთოდების გამოყენებით, აგრეთვე დინამიური პროგრამირების მეთოდების გამოყენებით აგებულია საოპტიმიზაციო (სწრაფმოქმედების თვალსაზრისით) პოლინომიალური სირთულის ალგორითმი. ამოცანის გადასაჭრელად გამოყენებულია გრაფთა თეორიის ფუნდამენტალური საკითხები და ალგორითმები.

**ქვემიმართულება II.2.**

განხილულია მოდელი, რომელშიც ჩამოყალიბებულია პროექტების მოცემული სიმრავლიდან საუკეთესო ინოვაციური პროექტის შერჩევის პრობლემა როგორც ბინარული ხუთ კრიტერიუმის ოპტიმიზაციის ამოცანა. ეს კრიტერიუმებია: 1) მოთხოვნა პროექტის მიხედვით გამოსაშვებ პროდუქციაზე, მისი მნიშვნელობა ქვეყნის ეკონომიკური განვითარებისათვის; 2) მაქსიმალური შემოსავალი, ამასთან პროექტში სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტურობის კოეფიციენტი მიღებულ ზღვრულ მნიშვნელობაზე ნაკლები უნდა იყოს; 3) შიდა მთლიანი პროდუქტის მაქსიმიზაცია; 4) ზიანი, გამოწვეული პროექტის განხორციელებით და 5) პროექტის ინოვაციურობა. ამოცანა დაყვანილია ბინარული წრფივი პროგრამირების ამოცანაზე შეზღუდვებით. მისი ამოხსნა შესაძლებელია MATLAB-ის პროგრამით BINTPROG.



### ქვემომართულება II.3.

შემოთავაზებულია ანტაგონისტური კონფლიქტის ამსახველი სტრატეგიული თამაში “მსროლელთა ბრძოლა“. შეიქმნა სათამაშო შეჯიბრების მოდელების წინასწარი პაკეტი. მოდელები შედარდა მათი ინტელექტუალური და შემთხვევითი მდგენელების მიხედვით.

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

#### 3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

1. ბესარიონ შანშიაშვილი
2. ბესარიონ შანშიაშვილი

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. სისტემების იდენტიფიკაცია. ISBN 978-9941-28-785-5
2. ოპტიმალური მართვის სისტემები. ლექციების კურსი. ISBN 978-9941-28-707-7

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი
2. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი

4) გვერდების რაოდენობა

1. 351 გვ.
2. 104 გვ.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. სახელმძღვანელოში მოცემულია მართვის თეორიის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულების - სისტემების იდენტიფიკაციის ძირითადი ცნებები, ამოცანები, მართვადობისა და დაკვირვებადობის კრიტერიუმები და სხვა ზოგადი საკითხები. აღწერილია წრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის კლასიკური მეთოდები სიხშირული, გარდამავალი, იმპულსური გარდამავალი, კორელაციური ფუნქციების გამოყენების საფუძველზე და ასევე რეგრესიული მეთოდები.

განხილულია წრფივი არასტაციონარული დინამიკური სისტემების იდენტიფიკაციის ამოცანები სიხშირულ არეში და დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნის შეზღუდულ ამოცანებთან დაკავშირებით, ასევე არაწრფივი დინამიკური სისტემების იდენტიფიკაციის ამოცანები სიხშირულ არეში, რეგრესიული ანალიზის,

კვაზიგაწრფეების, ინვარიანტული ჩადგმისა და სტოქასტური აპროქსიმაციის მეთოდების გამოყენების საფუძველზე.

სახელმძღვანელო შედგენილია ავტორის მიერ ადრე გამოცემული I (2009 წ.) და II ნაწილების (2019 წ.) გადამუშავებისა და დამატებების საფუძველზე. კერძოდ, დამატებულია მეხუთე თავის 5.6, 5.7, 5.8 პარაგრაფები, მეცხრე თავის 9.2 პარაგრაფი და მეათე თავი.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია ბაკალავრიატის, მაგისტრატურისა და დოქტორანტურის სტუდენტებისათვის, მეცნიერი მუშაკებისათვის, ინჟინრებისა და მკითხველთა იმ წრისათვის, რომლებიც დაინტერესებული არიან სისტემების იდენტიფიკაციის, მართვისა და მოდელირების საკითხებით.

2. ლექციების კურსში ფორმულირებულია ოპტიმალური მართვის ამოცანა, მოცემულია დახასიათება იმ პირობებისა და მოთხოვნების, რომლებიც წაყენება ოპტიმალური მართვის სისტემებს.

მოცემულია ოპტიმალური მართვის ცნება და მისი განზოგადება. განხილულია ოპტიმალური პროგრამული მართვისა და ოპტიმალური მასტაბილიზირებელი მართვის ცნებები, განტოლებები და თავისებურებები.

განხილულია კლასიკური ვარიაციული აღრიცხვის ცნებები, ელემენტები და მეთოდები. წარმოდგენილია ვარიაციული ამოცანები დამაგრებული და მოძრავი სასაზღვრო წერტილებით, ამოცანები პირობით ექსტრემუმზე, მაიერისა და ბოლცის ამოცანები.

გადმოცემულია ოპტიმალური პროცესების მათემატიკური თეორიის თავისებურება, რომელიც ცნობილია მაქსიმუმის პრინციპის სახელწოდებით. ოპტიმალური მართვის ამოცანა განხილდება როგორც მაიერის ამოცანა. განხილულია მაქსიმუმის პრინციპის პრაქტიკული გამოყენების თავისებურებები.

განხილულია დინამიკური პროგრამირების მეთოდი, რომლის საფუძველს შეადგენს ოპტიმალობის პრინციპი. მისი გამოყენების საფუძველზე დგება მეთოდის ფუნქციონალური განტოლება. ამ განტოლების ამოხსნა იძლევა ოპტიმალური მართვის სინთეზის საშუალებას.

ლექციების კურსში გადმოცემულია მასალის ნაწილი, რომელსაც წლების განმავლობაში ავტორი უკითხავდა შესაბამისი სპეციალობის მაგისტრატურის სტუდენტებს. ის გათვალისწინებულია სტუდენტებისათვის, მეცნიერ მუშაკებისათვისა და სპეციალისტებისათვის, რომლებიც დაინტერესებულნი არიან ოპტიმალური მართვის თეორიული და პრაქტიკული საკითხებით.

### 6.3. კრებულები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. Shanshiashvili B.
2. Shanshiashvili B., Avazneli B.
3. Shanshiashvili B., Avazneli B.
4. კუთხაშვილი ქ., გაბისონია ვ.
5. Sikharulidze D., Gabisonia V., Dadiani N.
6. ზარქუა თ., ხუციშვილი ვ.
7. Хуцишвили В.
8. ომიაძე ქ., დადიანი ნ., ცინცაძე დ.
9. კილასონია ნ.

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. Features and models of operation of closed-loop nonlinear systems. ISSN 0135-0765.
2. Modelling of Industrial Processes Using Wiener Models. ISBN 978-9941-8-2620-7
3. Identification of Nonlinear Dynamic Systems Using Wiener Models. ISSN 1512-3979, DOI.org/10.36073/1512-3979
4. დისკრეტული ამოცანის ამოხსნის ერთი ალგორითმის აგების მათემატიკური საფუძვლები. ISSN 0135-0765.
5. Region Innovative Projects Choice Using Multicriteria Optimization. ISSN 0135-0765.
6. დაპროგრამების საფუძვლების სწავლების თანამედროვე პრობლემები. ISSN 0135-0765.
7. О возможной причине волнообразного распространения коронавирусной инфекции. ISSN 0135-0765.
8. G-ზომათა კლასში ვიტალის კონსტრუქციის შესრულების შესახებ. ISSN 0135-0765.
9. სალუქვამის ამონახსნები ვექტორული ოპტიმიზაციის ინტერაქტიული მეთოდების აგებისათვის. ISSN 0135-0765.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25.
2. The International Scientific-Technical Conference „Information Society and Technologies for Intensification of Education” (Georgia, Tbilisi, 20-22 May 2021). Book of abstracts.
3. Transactions Automated Control Systems Dedicated to the 50th Foundation Anniversary of the Chair "Automated Control Systems" of GTU (1971-2021), № 1(32), Vol. 1.1.
4. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25
5. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25
6. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25
7. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25
8. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25
9. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, შპს „საჩინო“
2. „IT-Consulting scientific center” of GTU. Tbilisi.
3. თბილისი, შპს „საჩინო“
4. თბილისი, შპს „საჩინო“
5. თბილისი, შპს „საჩინო“.
6. თბილისი, შპს „საჩინო“.
7. თბილისი, შპს „საჩინო“.
8. თბილისი, შპს „საჩინო“.
9. თბილისი, შპს „საჩინო“.

5) გვერდების რაოდენობა

1. 7 გვ.
2. 1 გვ.
3. 6 გვ.
4. 7 გვ.
5. 5 გვ.
6. 6 გვ.
7. 5 გვ.
8. 5 გვ.
9. 3 გვ.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. განიხილება ერთი კლასის უკუკავშირიანი არაწრფივი სისტემების ფუნქციონირების თავისებურებები, რომლებიც განისაზღვრება იმით, რომ საწყისი მასალის ნაწილი, რომელიც რჩება გადაუმუშავებელი საჭირო კონდიციამდე ობიექტის სამუშაო ნაწილის გავლისას, უბრუნდება ამავე ობიექტის შესასვლელს. ისინი ფუნქციონირებენ დადებითი უკუკავშირით და მათ გამოსასვლელზე მდგრადი მოძრაობა მიიღწევა მხოლოდ სისტემის პარამეტრების გარკვეული მნიშვნელობებისა და შემავალი სიგნალის ცვლილებისას გარკვეულ საზღვრებში. ასეთი სისტემების ფუნქციონირების თავისებურებების გათვალისწინებით, განსაზღვრულია არაწრფივი ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების კლასი სისტემებში მიმდინარე პროცესების აღწერისათვის. განტოლებები, რომლებიც აღწერს ამ მოდელების დინამიკას, განისაზღვრება არაწრფივი

ჩვეულებრივი დიფერენციალური რიკატის განტოლების სახით., რომელიც უნდა იქნას გამოყენებული სისტემის იდენტიფიკაციის პრობლემების გადასაჭრელად.

2. განიხილება არაწრფივი დინამიკური სისტემების სტრუქტურული და პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანები, სისტემის შემავალი ჰარმონიული სიგნალისას, უწყვეტ ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების ქვესიმრავლეზე, რომლის ელემენტებია მარტივი, განზოგადებული და გაფართოებული ვინერის მოდელები. დამუშავებულია სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდი დამყარებულ მდგომარეობაში. ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაჭრა დაიყვანება ალგებრული განტოლებათა სისტემების ამოხსნაზე, პარამეტრების შეფასებები განსაზღვრულია უმცირესი კვადრატების მეთოდით.

3. საწარმოო პროცესების მოდელირებისას, სისტემების იდენტიფიკაციის მეთოდების გამოყენების პირობებში, საჭიროა სხვადასხვა ამოცანის გადაწყვეტა. ნაშრომში განიხილება საწარმოო პროცესების არაწრფივი დინამიკური სისტემების სტრუქტურული და პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანები სიხშირულ არეში უწყვეტ ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების ქვესიმრავლეზე, რომლის ელემენტებია მარტივი, განზოგადებული და გაფართოებული ვინერის მოდელები. შემოთავაზებულია სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდი დამყარებულ მდგომარეობაში, პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაჭრა დაიყვანება ალგებრული განტოლებათა სისტემების ამოხსნაზე, ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით. პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით. იდენტიფიკაციის მეთოდები გამოკვლეულია სიზუსტის თვალსაზრისით.

4. დისკრეტული და კომბინატორული ამოცანების უმრავლესობისთვის ამონახსნის პოვნა გადარჩევის გზით ხდება. მათში გამოთვლების რაოდენობა ამოცანის განზომილების ზრდასთან ერთად ექსპონენციალურად იზრდება. ზოგიერთი ასეთი ამოცანისათვის შესაძლებელია ეფექტური ალგორითმის აგება. დისკრეტული ამოცანების ამოხსნის მეთოდების დამუშავების ძირითადი არსი მდგომარეობს ისეთი ეფექტური ალგორითმის აგებაში, რომელიც არ მოახდენს სრულ გადარჩევას. ეფექტური ალგორითმის ცნება დაკავშირებულია ამოცანის ამოხსნისთვის საჭირო გამოთვლითი რესურსების (მანქანური დრო, მეხსიერება და ა.შ.) ხარჯვასთან. სამუშაო დისკრეტული ამოცანის ამოხსნის ერთი ეფექტური ალგორითმის აგების მათემატიკურ დასაბუთებას ეძღვნება.

5. რეგიონის ეკონომიკური განვითარებისათვის ინოვაციური პროექტების შერჩევა ხელმძღვანელობის მიერ უნდა ხდებოდეს დეტალური ანალიზის საფუძველზე შემდეგი ხუთი ძირითადი კრიტერიუმის გათვალისწინებით: მოთხოვნა პროექტით გათვალისწინებულ პროდუქციაზე, მაქსიმალური შემოსავალი, შიდა მთლიანი პროდუქტის გაზრდა გარემოს მინიმალური დაბინძურებით, მოსახლეობისთვის მინიმალური მორალური ზიანის მიყენება, რასაც იწვევს ტყეების გაჩეხვა, ტერიტორიების ხელოვნური დატბორვა, კულტურული ძეგლების განადგურება და ადგილობრივი მოსახლეობის იძულებითი გადასახლება, პროექტის ინოვაციურობა. სტატიაში ინოვაციური პროექტების შერჩევის ამოცანა ჩამოყალიბებულია, როგორც მთელი რიგი (ბინარული) ოპტიმიზაციის ამოცანა, რომელიც კრიტერიუმთა წრფივი ნახევრის მეთოდით დაიყვანება ბინარული წრფივი პროგრამირების ამოცანაზე, მისი ამოხსნა შესაძლებელია, მაგალითად, MATLAB-ის BINTPROG პროგრამის საშუალებით.

6. განხილულია გამოწვევები, რომელთა წინაშე დადგა საზოგადოება საინფორმაციო ტექნოლოგიების მკვეთრი განვითარებისა და ამ ტექნოლოგიებით ადამიანის საქმიანობის პრაქტიკულად ყველა სფეროს დაფარვის პირობებში. ყურადღება გამახვილებულია დაპროგრამების საფუძვლების შესწავლის პრობლემებზე, რაც გამოწვეულია დღეს არსებული კონკრეტული კონიუნქტურით. მიმოხილულია რისკები, რაც ხელს უშლის დაპროგრამების სწავლების სათანადო ხარისხით წარმართვას. შემოთავაზებულია ამ საკითხის წარმატებით გადაჭრის მიდგომა, რომელიც ემყარება ავტორების მრავალწლიან გამოცდილებას და შეიძლება საფუძვლად დაედოს დაპროგრამების საფუძვლების სწავლების ქმედით მეთოდოლოგიას. საბოლოო დასკვნა ერთმნიშვნელოვანია – საზოგადოებამ სასწრაფოდ მიუღწევინა უნდა შეცვალოს დამოკიდებულება დაპროგრამების საფუძვლების სწავლების პროცესის მიმართ. ამ საქმეში დაყოვნებით ვრისკავთ ძალიან მტკივნეული დარტყმა მივაყენოთ საზოგადოების ინტერესებს.

7. განხილულია Covid-19 კორონავირუსული ინფექციის გავრცელების პროცესი და დასმულია საკითხი ამ პროცესის ტალღისებული ხასიათის შესაძლო მიზეზების შესახებ. სხვებს შორის გამოყოფილია მოსახლეობის მხრიდან ეპიდემიოლოგიური სიტუაციის ცვლილებაზე დაგვიანებული რეაქციის ფენომენი. რეაქცია გამოიხატება როგორც ვირუსის საშიშროების არაჯეროვან შეფასებაში მისი გავრცელების დაბალი დონის შემთხვევაში, ასევე უსაფრთხოების მაქსიმალურ ზომებში გავრცელების მაღალი დონის პირობებში. ეს ფენომენი ფორმალიზებულია მოცემული ქვეყნის მთლიან მოსახლეობაში ინფიცირებულთა პროცენტის მიმართ დაგვიანების შემცველი სხვაობიანი განტოლების სახით. განტოლებაში შემავალი პარამეტრების დამახასიათებელი მნიშვნელობებისთვის მოყვანილია მისი ამოხსნის გრაფიკი (მას აქვს ტალღის ფორმა), აგრეთვე პარამეტრების ვარიანტების შედეგებიც.

8. გამოკვლეულია ევკლიდეს სივრცეებში  $G$ – ზომათა კლასში ვიტალის კონსტრუქციის შესრულების პირობები და ნაჩვენებია, რომ მისაღები შედეგები არსებითადაა დამოკიდებული იმაზე, თუ რომელი სიმრავლე იქნება აღებული ევკლიდეს სამგანზომილებიან  $E_3$  სივრცეში საკოორდინატო კუბის როლში. მიღებულია  $G$  – ზომათა კლასში ვიტალის კონსტრუქციის შესრულების აუცილებელი და საკმარისი პირობები, როდესაც ერთეულოვანი კუბის როლში აღებულია  $\Delta_3 = [0; 1]^3$  კუბი.

9. სტატიაში განხილულია სალუქვამის ამონახსნის გამოყენება ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის ინტერაქტიული ალგორითმების აგებისათვის. პარეტო-ოპტიმალობის ცნების შემოტანის შემდეგ, სალუქვამის პრინციპსა და სალუქვამის ამონახსნს ვექტორული ოპტიმიზაციის თეორიაში უმნიშვნელოვანესი ადგილი უკავია. სტატიაში მოყვანილია ინტერაქტიული ალგორითმის მაგალითი, რომელიც ეფუძნება სალუქვამის ამონახსნებს და საწყისი ამოცანის შესაბამის მოდიფიკაციას. აღნიშნულია აგრეთვე, რომ მსგავს პრინციპზეა აგებული კიდევ ორი ინტერაქტიული მეთოდი. სამი აღნიშნული მეთოდი იყენებს ერთმანეთისაგან განსხვავებულ ტიპის დამატებით ინფორმაციას, რომლის მოწოდება შეუძლია გმპ-ს (გადაწყვეტილების მიმღები პირი), ამასთან სამივე მათგანი მსგავსი სტრუქტურით გამოირჩევა და ეფუძნება სალუქვამის ამონახსნებს. მოყვანილი მაგალითებიდან ჩანს, რომ სალუქვამის ამონახსნი შესაძლებელია გამოყენებული იქნას გმპ-ს სხვადასხვა ტიპის დამატებითი ინფორმაციის შემთხვევაში ახალი ინტერაქტიული ალგორითმების კონსტრუქციებისას.

## 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 7.2. სახელმძღვანელოები

#### 1) ავტორი/ავტორები



- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

***ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)***

### 7.3. კრებულები

1) ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

***ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)***

### 7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

1. Shanshiashvili B., Avazneli B.
2. Gogodze J.
3. Gogodze J.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. Identification of Nonlinear Dynamic Systems Structured by Expanded Wiener Model. ISSN 1868-4238 ISSN 1868-422X (electronic). ISBN 978-3-030-85873-5 ISBN 978-3-030-85874-2 (eBook).
2. Revealed Comparative Advantage Method for Solving Multicriteria Decision-making Problems. DOI: 10.2478/fcds-2021-0006, ISSN 0867-6356, ISSN 2300-3405 (electronic).
3. Ranking Methods for Multicriteria Decision-Making: Application to Benchmarking of Solvers and Problems. ISSN: 1058-9244 (Print), ISSN: 1875-919X (Online)

## 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Advances in Production Management Systems. Conference proceedings APMS 2021, Part I. Part of the IFIP Advances in Information and Communication Technology book series (IFIPACT, volume 630).
2. Foundations of Computing and Decision Sciences, Vol. 46, No. 1. 2021
3. Scientific Programming, Volume 2021 (Article ID 5513860)

## 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. Nantes, France, Springer.
2. Poznań University of Technology
3. Hindawi

## 5) გვერდების რაოდენობა

1. 9 გვ.
2. 12 გვ.
3. 14 გვ.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. განხილულია არაწრფივი საწარმოო სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა სიხშირულ არეში, რომელიც წარმოიდგინება გაფართოებული ვინერის მოდელით და რომლის წრფივი დინამიკური ელემენტები აღიწერება ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებით. შემოთავაზებულია პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდი დამყარებულ მდგომარეობაში, რომელიც დაფუძნებულია სისტემის შემავალ და გამომავალ ცვლადებზე დაკვირვებებზე, შემავალი ჰარმონიული ზემოქმედებისას. პარამეტრის იდენტიფიკაციის ამოცანის ამოხსნა დაყვანილია ალგებრული განტოლებების სისტემების ამოხსნამდე ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით. პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით. არაწრფივი სისტემების იდენტიფიცირებისას მიღებული შედეგების საიმედოობა, სამრეწველო პირობებში ხმაურის არსებობისას, დამოკიდებულია სისტემის შემავალი და გამომავალი სიგნალების გაზომვისა და ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკური დამუშავების სიზუსტეზე. პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდი გამოკვლეულია როგორც თეორიული ანალიზით, ასევე კომპიუტერული მოდელირებით.

2. მოცემულ კვლევაში შემოთავაზებულია გადაწყვეტილებათა მიღების მრავალკრიტერიული ამოცანების (გმმა) პოსტ-პარეტო ანალიზის ახალი მეთოდი: გამოვლენილი შედარებითი უპირატესობების (გშუ) შეფასების მეთოდი. შემოთავაზებული მეთოდის საინტერესო თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ ის იყენებს საკუთრივი მნიშვნელობების სპეციალური პრობლემის ამოხსნას და შეიძლება ჩაითვალოს გმმა კონტექსტში რანჟირების ცნობილი მეთოდების ანალოგად/მოდულიფიკაციად, ისეთების, როგორცაა ავტორიტეტული ცენტრის მეთოდი, გვერდების რეიტინგის მეთოდი და ა.შ., რომლებიც წარმატებით გამოიყენება ისეთ დარგებში, როგორცაა ეკონომიკა, ბიბლიომეტრია, ვებ-მიების კონსტრუირება და ა.შ. საილუსტრაციოდ, მეთოდის პრაქტიკულობის დემონსტრირების მიზნით განხილულია კონკრეტული გმმა ამოცანა. თეორიული მოსაზრებები და ჩატარებული გათვლები აჩვენებს, რომ გშუ მეთოდი თვითშეთანხმებულია და იოლად რეალიზებადი. მეტიც, გმმა ანალიზის ცნობილ ინსტრუმენტებთან შედარება აჩვენებს, რომ გშუ მეთოდის დახმარებით მიღებული შედეგები არის მისაღები და კონკურენტუნარიანი. შეფასების შემოთავაზებული მეთოდის მნიშვნელოვან თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მეთოდი სასარგებლოა მაშინ, როცა გადაწყვეტილების მიმღებ პირს არ გააჩნია საკმარისი უფლებები ან როცა სხვადასხვა კრიტერიუმების ფარდობითი მნიშვნელობა წინასწარ შეფასებული არ არის.

3. ამომხსნელი პროგრამების (მაგალითად, გამომთვლელი პროგრამებისთვის) წარმადობის შეფასება, ცნობილი, როგორც ამომხსნელთა შედარებითი ანალიზის ამოცანა, გახდა ინტენსიური კვლევების საგანი, და ლიტერატურაში სხვადასხვა მიდგომები განიხილება. მიდგომების ასეთი მრავალფეროვნება არსებობს იმიტომ, რომ ეტალონური ტესტირების ამოცანა არსით არის მრავალკრიტერიული. კერძოდ, შესაბამისი გადაწყვეტილების მიღების მრავალკრიტერიული ამოცანა შეიძლება თითოეულ სატესტო ამოცანას

შეესაბამებოდეს და პირიქით. ამ კვლევაში ამომხსნელთა შედარებითი ანალიზის ამოცანის ამოხსნისთვის ჩვენ ვიყენებთ რანჟირების თეორიის ახალ მეთოდს, რომელიც ცოტა ხნის წინ იყო შემოთავაზებული გადაწყვეტილებათა მიღების მრავალკრიტერიული ამოცანებისთვის. მაგალითის სახით, შემოთავაზებული მეთოდის შესაძლებლობების საილუსტრაციოდ განხილული იქნა დიფერენციალური ევოლუციის ალგორითმების შედარებითი ანალიზის ამოცანა. ეს ამოცანა ამოხსნილი იქნა სხვადასხვა წარმოშობის მეთოდების გამოყენებით. შედარებამ აჩვენა, რომ შემოთავაზებული მეთოდი კონკურენტუნარიანია და შესაძლებელია წარმატებით გამოყენებული იქნეს შედარებითი ანალიზის ამოცანების ამოსახსნელად და შესაბამისი საინჟინრო გადაწყვეტილებების მისაღებად. წინამდებარე კვლევას შეუძლია დაეხმაროს პრაქტიკოსებს და მკვლევარებს გადაწყვეტილებათა მიღებისთვის გამოიყენონ მრავალკრიტერიული მიდგომები, კერძოდ მათ შეეძლებათ პროგრამული უზრუნველყოფის შედარებითი ანალიზის ჩატარება.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. Shanshiashvili B., Avazneli B.

#### 2) მოხსენების სათაური

1. Modelling of Industrial Processes Using Wiener Models.

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. Georgia, Tbilisi, 20-22 May 2021 (The International Scientific-Technical Conference „Information Society and Technologies for Intensification of Education“).

### 8.2. უცხოეთში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. Shanshiashvili B., Avazneli B.

#### 2) მოხსენების სათაური

1. Identification of Nonlinear Dynamic Systems Structured by Expanded Wiener Model

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. Nantes, France, September 5–9, 2021 (Advances in Production Management Systems. IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2021).

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულია)*

## ინფორმაციის გარდაქმნის პრობლემების განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1.

2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

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

სამეცნიერო მიმართულება: ინჟინერია და ტექნოლოგიები (ავტომატიზაცია და მართვის სისტემები, რობოტ-ტექნიკა და ავტომატური მართვა); ტექნიკური კიბერნეტიკა; მეტროლოგია.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

პროექტის დაწყება - 2021 წ.

პროექტის დამთავრება - 2023 წ.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ო. ლაბაძე, განყოფილების უფროსი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი - პროექტის ხელმძღვანელი
2. ნ. ყავლაშვილი, მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი - ძირითადი შემსრულებელი
3. დ. ფურცხვანიძე, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - ამოცანა 2-ის ხელმძღვანელი
4. თ. საანიშვილი, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - ძირითადი შემსრულებელი
5. ზ. ბუაჩიძე, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
6. ლ. გვარამაძე, მეცნიერ თანამშრომელი - ამოცანა 1-ის ხელმძღვანელი
7. ვ. ბახტაძე, მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
8. ქ. კვირიკაშვილი, მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
9. პ. სტავრიანიძე, მეცნიერ თანამშრომელი - შემსრულებელი
10. გ. კიკნაძე, ინჟინერი - შემსრულებელი
11. თ. ხუციშვილი, ინჟინერი - შემსრულებელი

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

პროექტით დაგეგმილია ორი ამოცანის შესრულება. პირველი ამოცანით გათვალისწინებულია მცირეგაბარიტებიანი წვეთოვანი მორწყვის ავტომატიზირებული სისტემის დამუშავება სარწყავი წყლის შეზღუდული რესურსის პირობებში კლიმატური პირობების გათვალისწინებით, ხოლო მეორე ამოცანით კი მრავალფუნქციური რობოტი და მისი მართვის სისტემის აგების პრინციპების დამუშავება; მობილური რობოტებისთვის ელექტროძრავების მართვის შესაძლო ალგორითმების შექმნა.

**ამოცანა 1.**

შემოთავაზებულია წვეთოვანი რწყვის ავტომატიზირებული სისტემის წყლის სარეზერვო რესურსის შეფასების სამი, ერთმანეთისაგან განსხვავებული ვარიანტი, რომლებიც განსხვავდებიან გამოყენებული გადამწოდების მოქმედების პრინციპით. ასეთი მიდგომა სისტემის პროექტირებისას საშუალებას იძლევა

გავითვალისწინოთ სხვადასხვა ტიპის კრიტერიუმები (ეკონომიკური, პროგრამული, ტექნიკური რეალიზაციის) და შედეგად ამოვირჩიოთ ოპტიმალური ვარიანტი.

გამოკვლეულია სისტემის წყლის სარეზერვო რესურსის შეფასების ტევადური გადამწოდის აგების ერთერთი პრინციპი და მიღებულია ანალიზური გამოსახულება, რომელიც აკავშირებს გადამწოდის ფიზიკურ პარამეტრებსა და გამოსავალ ტევადობას. ეს უკანასკნელი გვამღვეს საშუალებას სისტემის პროექტირებისას ავირჩიოთ გადამწოდის შესაბამისი ფიზიკური პარამეტრები.

განხილულია წვეთოვანი რწყვის ავტომატიზირებული სისტემის სტრუქტურის აგება კომბინირებული პრინციპით. კერძოდ, სისტემის სამართი პარამეტრი (გრუნტის ტენიანობა) ცვცალოთ ტრადიციული უკუკავშირის მეთოდის გამოყენებით, ხოლო აღმშფოთი ზემოქმედების კომპენსაციისათვის (ქარი, ნალექები, წყლის რესურსის ცვლილება) გამოვიყენოთ პირდაპირი მართვის ტექნოლოგია. ასეთი მიდგომა საშუალებას იძლევა გავამარტივოთ სისტემის გაწყობის პროცესი და თავიდან ავიცილოთ ინერციულობით გამოწვეული არასასურველი პროცესები.

## ამოცანა 2.

ამჟამად, სწრაფად ვითარდება რობოტ-ტექნიკის განყოფილება, რომელიც მობილური რობოტების შექმნას ეძღვნება. დღეს დღეობით წყდება ამოცანების საკმაოდ დიდი რაოდენობა, რომლებიც დაკავშირებულია რობოტის ავტომატური მოძრაობის ორგანიზებასთან, მის მიერ ზოგიერთი ელემენტარული მოქმედების შესრულებასთან. სხვადასხვა კლასის რობოტებს შორის, მნიშვნელოვანი თანამედროვე კლასია მოძრავი ბაზაზე განთავსებული მობილური რობოტები, რომლებიც გამოიყენება ინდუსტრიაში, ეკოლოგიაში (გარემოს დინამიური მონიტორინგი, ეკოლოგიურად საზიანო პირობებში მუშაობა), სამხედრო საქმეები (სადაზვერვო რობოტი, რობოტი რომელიც ატარებს მსუბუქ იარაღს ა.შ.), საყოფაცხოვრებო რობოტი (ავტონომიური მტვერსასრუტები, გაზონის სათიბი მანქანები და ა.შ.). ამასთან, რთულია ისეთი რობოტების შექმნა, რომელთაც შეუძლიათ დაუბრკოლებლად იმოძრაონ თუნდაც ბრტყელ ზედაპირზე, რომელზეც მათთვის გადაულახავი წინააღმდეგობებია, მრავალი მიზეზის გამო, მათ შორის არასრულყოფილი მართვის ალგორითმების გამო. ამდენად მობილური რობოტის სამოქმედო ალგორითმების

გარდა იმისა, რომ სხვადასხვა ადგილას შესვლის შესაძლებლობა აქვთ, რობოტებს უნდა შეეძლოთ მართვა შორიდან, რადგან დღეს რობოტის ფუნქციონირებისას მუშაობის ყველა პროცესი ვერ იქნება ავტომატიზირებული. რობოტების მიერ შესრულებული შესაძლებლობებისა და ფუნქციების მზარდმა რაოდენობამ მმართველ მოწყობილობები გარდაქმნა ბერკეტებისა და დილაკების რთულ და დიდ ნაკრებებად, რომელთა მუშაობას დამატებითი ტრენინგი და უნარები სჭირდება.

მართვის პანელები შეიძლება შეიცვალოს უფრო მრავალმხრივი მოწყობილობებით - სმარტფონებით. მობილური რობოტის დისტანციური მართვისთვის შეგიძლიათ გამოიყენოთ Bluetooth მოდული HC-05. ეს არის მოსახერხებელი საშუალება მიკროკონტროლერის მოწყობილობების მართვის ორგანიზებისთვის ტელეფონის ან ტაბლეტის გამოყენებით.

Bluetooth ალბათ მოკლევადიანი კომუნიკაციის ყველაზე გავრცელებული სახეობაა, რომელსაც დღეს ელექტრონული მოწყობილობები იყენებენ. HC-05 მოდული ფართო სპექტრის მოდულია Bluetooth კავშირით მოწყობილობების დასაკავშირებლად. Bluetooth მოდულს UART, ეს არის სინამდვილეში ის UART- დან Bluetooth- ის გადამყვანი.

მიკროკონტროლერის არჩევისას აუცილებელია დიდი რაოდენობით ფაქტორების გათვალისწინება და შეფასება. 32 ბიტანი მიკროკონტროლერები მრავალი მწარმოებლის მიერ არის წარმოებული, მაგრამ ამ დროისთვის ყველაზე გავრცელებულია ერთობლივი ფრანგულ-იტალიურ-იაპონური კომპანიის STMicroelectronics (STM) პროდუქტი. შედარებით პოპულარულმა ღირებულებამ, პროგრამირების სიმარტივემ და უფასო პროგრამულ უზრუნველყოფამ (პროგრამულმა უზრუნველყოფამ) ხელი შეუწყო მის პოპულარიზაციას. ყველაზე პროდუქტიული STM32 ოჯახში არის STM32F4Discovery ხაზის მიკროკონტროლერები.

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

### 3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.3. კრებულები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.



**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით**

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით**

1) ავტორი/ავტორები

1. არჩილ ჭირაქაძე, ნინო ლომიძე, მაია ამბოკაძე, აკაკი გიგინეიშვილი, ზაქარია ბუაჩიძე, ნოდარ მითაგვარია.
2. ნუგზარ ყავლაშვილი, ლევან გვარამაძე, ოთარ ლაბაძე, პანაიოტ სტავრიანიდი, თამაზ საანიშვილი, ვერიკო ბახტაძე, გიორგი კიკნაძე.
3. ნუგზარ ყავლაშვილი, ოთარ ლაბაძე, პანაიოტ სტავრიანიდი, დავით ფურცხვანიძე, ვერიკო ბახტაძე, მაია ცერცვაძე.
4. ვერიკო ბახტაძე, ქეთევან კვირიკაშვილი, გიორგი კიკნაძე, პანაიოტ სტავრიანიდი, დავით ფურცხვანიძე, მაია ცერცვაძე, თამრიკო ხუციშვილი.
5. ვერიკო ბახტაძე, ქეთევან კვირიკაშვილი, გიორგი კიკნაძე, პანაიოტ სტავრიანიდი, დავით ფურცხვანიძე, ნუგზარ ყავლაშვილი, მაია ცერცვაძე, თამრიკო ხუციშვილი.

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. New approaches to the calculation of biological effectiveness and synergy of drug combinations and its application in laboratory testing and field trials. ISSN 0135-0765.
2. წვეთოვანი მორწყვის სისტემების ბუფერულ რეზერვუარებში წყლის დინამიკური ცვლილების კონტროლის საშუალებები. ISSN 0135-0765.
3. Улучшенный робототехнический манипулятор. ISSN 0135-0765.
4. გველის ნაკბენიდან შხამის გამომწოვი მოწყობილობა. ISSN 0135-0765.
5. მობილური რობოტი. ISSN 0135-0765.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N25.

2. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N25.
  3. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N25.
  4. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N25.
  5. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N25.
- 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა
1. თბილისი, შპს „საჩინო“
  2. თბილისი, შპს „საჩინო“
  3. თბილისი, შპს „საჩინო“
  4. თბილისი, შპს „საჩინო“
  5. თბილისი, შპს „საჩინო“
- 5) გვერდების რაოდენობა
1. 7 (გვ.49-55)
  2. 7 (გვ.56-62)
  3. 4 (გვ.63-66)
  4. 3 (გვ.85-87)
  5. 5 (გვ.88-92)

#### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. ფართო სპექტრის მაღალეფექტური ინსექტიციდური კომბინაციების შემუშავებას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მსოფლიოს თითქმის ყველა ქვეყნის სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მდგრადობისათვის. ამ მავნებლების მართვა საქართველოში კოორდინირებულია საქართველოს სურსათის ეროვნული სააგენტოს და საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მიერ გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის (UNFAO) და გაეროს განვითარების პროგრამის (USAID) აქტიური მხარდაჭერით საქართველოს სურსათის ეროვნული სააგენტოს მიერ განხორციელებული პროგრამების ფარგლებში. ინსექტიციდური ფორმულაციების მაღალსინერგიული კომბინაციების შემუშავება არის ერთ-ერთი ყველაზე მოწინავე თანამედროვე მიდგომა პესტიციდების ეფექტურობის გასაზრდელად და გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების შესამცირებლად დაბალი კონცენტრაციების გამოყენების მეშვეობით. შემუშავებული კომბინაციების ბიოლოგიური ეფექტურობისა და სინერგიის (თანატოქსიკურობის) ზუსტად განსაზღვრა ლაბორატორიული ტესტირებისა და საველე კვლევების დროს არის მათი პრაქტიკაში წარმატებული გამოყენების ერთ-ერთი მთავარი წინაპირობა. ჩატარებული კვლევა ეძღვნება შემუშავებული კომბინაციების ბიოლოგიური ეფექტიანობისა და სინერგიის მაჩვენებლის გამოთვლის ახალი მიდგომებისა და ფორმულების შემუშავებას, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაღალ სიზუსტეს საკონტროლო ჯგუფში მავნებლების მაღალი სიკვდილიანობის შემთხვევაშიც კი. შემუშავებული და შემოწმებული მიდგომა და შესაბამისი ფორმულები შეიძლება გამოყენებულ იქნას თანაბარი წარმატებით როგორც ლაბორატორიული ტესტირების, ასევე (მოდულირებული ფორმით) საველე გამოცდების პროცესში. ორივე სახის ტესტირებამ აჩვენა, რომ დიატომიტისა და კაოლინის მიკროფხვნილის ნაცვლად ნანო-ალუმინის ფხვნილის დამატების შედეგად ინსექტიციდურმა კომბინაციებმა გამოავლინა მნიშვნელოვნად (10-12%-ით) უფრო მაღალი ეფექტურობა, ვიდრე ანალოგიურმა დიატომიტისა და კაოლინის შემცველმა ფორმულირებებმა.
2. განხილულია წვეთოვანი წყლის მორწყვის სისტემებში მოსარწყავი წყლის რესურსის დინამიკური ცვლილების კონტროლის ვარიანტები, სწორი გეომეტრიული ფორმის ბუფერული რეზერვუარების გამოყენების დროს, იმ შემთხვევებისთვის როცა დაგროვებული წყლის მოცულობა შეიძლება ჩავთვალოთ წყლის დონის წრფივ ფუნქციად. შემოთავაზებულია წყლის მოცულობის თვისობრივი შეფასების მეთოდი და ნაჩვენებია წყლის დონის დამაფიქსირებელი გადამწოდებით აგებული წყლის მოცულობის შეფასების სისტემა.

მოცემულია ულტრაბგერითი გადამწოდის გამოყენებით აგებული წყლის მოცულობის უწყვეტი გაზომვის სისტემა.

განხილულია წყლის დონის განსაზღვრის მეთოდი ტევადური გადამწოდის გამოყენებით, რომელსაც პრინციპად უდევს ბრტყელი კონდენსატორის ტევადობის ცვლილება საფენებს შორის დიელექტრიკის დიალექტიკური შეღწევადობის ცვლილების საფუძველზე.

3. წარმოდგენილია ხორთუმის ტიპის რობოტოტექნიკური მანიპულატორის აგების პრინციპულად ახალი სქემა. ამ ტიპის მანიპულატორების აგების ადრე შემუშავებული სქემისგან განსხვავებით, რომელიც განხილულია სამუშაოში, ახალ სქემაში მბრუნავი მექანიზმების ღერძები, რომლებიც განსაზღვრავენ მანიპულატორის რგოლების ორიენტაციას, მდებარეობენ არა ერთ სიბრტყეში, არამედ გადაჯვარედინებულ წრფეებზე. ამასთან, ახალ მანიპულატორს არაერთი უპირატესობა აქვს პროტოტიპთან შედარებით.

მოცემულია ახალი სქემის მიხედვით შემუშავებული მანიპულატორის ერთ-ერთი იდენტური რგოლის ნახაზები და რგოლის კუთხური კოორდინატების დეკარტულში გარდაქმნის ფორმულები.

4. შხამიანი გველისგან დაგესლილი ავადმყოფისთვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია შხამის გამოწოვა უშუალოდ ნაკბენი ადგილიდან დაგესვლიდან რაც შეიძლება მცირე დროში. სხვა ადამიანის მიერ ნაკბენიდან პირით შხამის გამოწოვა სახიფათოა გამომწოვისათვის, თუ მას არა აქვს აბსოლუტურად ჯანმრთელი პირის ღრუ ან თუ გამოწოვისას ნერწყვი შემთხვევით გადასცდა კუჭში. ამდენად, სასურველია ისეთი მექანიკური მოწყობილობის შექმნა, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელი იქნება ნაკბენიდან შხამის ამოწოვა დაგესვლიდან უმოკლეს დროში. შემოთავაზებულია ერთჯერადი მოხმარების მოწყობილობა, რომლის მეშვეობით შესაძლებელია საველე პირობებში შხამის გამოწოვა უსაფრთხოდ.
5. ჩვენს მიერ დამუშავებული იქნა ე. წ. „ხელის“ ტიპის რობოტი და მისი გადამტანი სატრანსპორტო საშუალება. რობოტი შედგება ორი სახსრისაგან. პირველი სახსარი მოიცავს რობოტის გადამტან ტრანსპორტთან ხისტად დაკავშირებულ სერვომძრავას და ბურთულსაკისარს, რომელიც ასევე ეყრდნობა სატრანსპორტო საშუალებას და რომელშიც ჩასმულია ძირითადი პლატფორმა, რომლის შემობრუნებაც ხორციელდება აღნიშნული სერვომძრავით. ძირითად პლატფორმასთან ხისტადაა დაკავშირებული მეორე სერვომძრავი და ბურთულსაკისარი, რომელშიდაცაა ჩასმული „მკლავის“ „მხარი“ და რომლის გადახრასაც ემსახურება მეორე სერვომძრავი. მხრის ბოლოზე ხისტადაა დამაგრებული მეორე პლატფორმა, მასზე განთავსებული მესამე სერვომძრავით და ბურთულსაკისარით. მასში ჩასმულია „წინამხარი“ რომელიც ბოლოვდება ჩამჭერთ. რობოტი განთავსებულია ასევე ჩვენ მიერ დამუშავებულ გადამტან სადგარზე ორიგინალური ბორბლებით.

## 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)****7.2. სახელმძღვანელოები**

## 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

## 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)****7.3. კრებულები**

## 1) ავტორები

- 1.
- 2.

## 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)****7.4. სტატიები**

## 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

## 2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

- 1.
- 2.

## 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა**

**8.1. საქართველოში**

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

**8. 2. უცხოეთში**

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

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

**მართვის პროცესებისა და მოწყობილობების განყოფილება**

**1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)**

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებულისამეცნიერო-კვლევითიპროექტების შესრულების შედეგები

2.2.

1. დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და მიმართულების მითითებით

1) აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებისათვის ენერგოდამზოვი თბოსიცივით მომარაგების მოწყობილობათა შექმნა და გამოკვლევა თბური ტუმბოს დანადგარებისა და მეორეული ენერგორესურსების გამოყენებით.

ენერგეტიკა

ინჟინერია და ტექნოლოგიები, მექანიკური ინჟინერია, თერმოდინამიკა

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 01.01.2021 – 31.12.2021

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ნ. მირიანაშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი, ტ.მ.დ., მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
2. ნ. გპელიშვილი - ძირითადი შემსრულებელი, ტ.მ.კ., უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
3. ნ. შენგელია - ძირითადი შემსრულებელი, მეცნიერი თანამშრომელი
4. გ. ურუშაძე - ძირითადი შემსრულებელი, მეცნიერი თანამშრომელი
5. მ. გეგეჭკორი - ძირითადი შემსრულებელი, მეცნიერი თანამშრომელი
6. ვ. ხათაშვილი - ძირითადი შემსრულებელი, ინჟინერი
7. ნ. დოლონაძე - ძირითადი შემსრულებელი, ინჟინერი

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

მრეწველობაში და სოფლის მეურნეობის პროდუქტების გადამამუშავებელ საწარმოებში მიმდინარე დაბალტემპერატურული ( $\approx 100^{\circ}\text{C}$ ) თბური პროცესების თბური ენერგიით უზრუნველსაყოფად, ძირითადად, გამოიყენება ნაკლებად ეკონომიური საქვაბე დანადგარები, ან საცეცხლე ღუმელები, სადაც ხდება ძვირადღირებული, ორგანული, თხევადი ან აირადი სათბობის დაწვა. ამდენად, თბური ენერგიის მისაღებად ახალი, ეკონომიკური თვალსაზრისით გაცილებით ეფექტური მეთოდების შერჩევა ქვეყნის ენერგეტიკული მეურნეობის განვითარების მნიშვნელოვან მეცნიერულ და ტექნიკურ პრობლემას წარმოადგენს. გარდა ამისა, პერსპექტივაში საბაზრო ეკონომიკა სულ უფრო მკაცრ მოთხოვნებს წაუყენებს ზემოთ აღნიშნული დარგების განვითარებას. ამ მოთხოვნებიდან ძირითადია: უახლესი ტექნოლოგიების დანერგვა, წარმოებული

პროდუქციის ხარისხის ამაღლება, პროდუქციის დანაკარგებისა და თვითღირებულების შემცირება, წარმოებული პროდუქციის ხანგრძლივად შენახვა და სხვა.

აღნიშნული საკითხების გადაწყვეტას მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით კომპლექსური სითბო-სიცივით მომარაგების სისტემების დამუშავება, პროექტირება და პრაქტიკაში განხორციელება. თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით შესაძლებელია გარემოში გაბნეული დაბალპოტენციური თბური ენერჯის, ან საწარმოში არსებული მეორეული ენერგორესურსების ტრანსფორმაციის გზით მრეწველობისა და სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების გადამამუშავებელი საწარმოების სითბო-სიცივით მომარაგების უზრუნველყოფა. თბური ტუმბოების გამოყენების შედეგად, მოცემულ საწარმოში, ელექტროენერჯის მოხმარების შედარებით მცირე ოდენობით ზრდის პირობებში, მთლიანად წყდება ორგანული სათბობის დაწვა.

ამასთან ერთად, ამაჟამად მსოფლიო ბაზარზე ორგანული სათბობის არასტაბილური ღირებულება, რომელიც საქართველოში ძირითადად საზღვარგარეთიდან შემოდის, ელექტროენერჯის შედარებით სტაბილურ ღირებულებასთან შედარებით და გარემოს დაცვისადმი წაყენებული გაზრდილი მოთხოვნები, ქმნიან ყველა წინაპირობას ქვეყანაში თბური ტუმბოს დანადგარების ფართოდ გამოყენებისათვის.

საწარმოში მოხმარებული ორგანული სათბობის დაწვის შედეგად მიღებული თბური ენერჯის ტექნოლოგიურ პროცესებში გამოყენების შემდეგ ამ ენერჯის 35±40%, ნარჩენი სითბოს სახით, წვის პროდუქტებთან ერთად გამოიტყორცნება გარემოში.

ეს უკანასკნელი კი, რომელსაც გააჩნია მნიშვნელოვანი თბური პოტენციალი, საწარმოს თბური ტუმბოებით აღჭურვის შემთხვევაში შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას დაბალპოტენციურ სითბოს წყაროდ. მაგალითად, საწარმოებში დაბალპოტენციური სითბოს მძლავრ წყაროს წარმოადგენს საბრუნო წყალმომარაგების სისტემა.

ბევრი საწარმო, მუშაობის სპეციფიკიდან გამომდინარე, ერთდროულად მოიხმარს როგორც სითბოს, ასევე სიცივეს. ამ შემთხვევაში თბური ტუმბოს გამოყენება განსაკუთრებით ეფექტურია, ვინაიდან ის ერთდროულად გამოიმუშავებს როგორც სითბოს, ასევე სიცივეს. გამომდინარე აქედან, მეტად ეფექტურია თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენება აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებში, სხვადასხვა სახის ფერმერულ მეურნეობებში. ასეთი საწარმოებია: მეფრინველეობის ფაბრიკები, ჩაის ფაბრიკები, სათევზე მეურნეობები, ხორცისა და რძის გადამამუშავებელი საწარმოები, საკონსერვო ქარხნები, თამბაქოს წარმოება, ლუდის წარმოება, სასათბურე მეურნეობები, ხილბოსტნეულის გადამამუშავებელი საწარმოები და სხვა. ამ ტიპის საწარმოებში ერთდროულად მიმდინარეობს კვების პროდუქტების მიღება, თერმული გადამამუშავება და სამაცივრო კამერებში მათი შენახვა.

კვლევებმა გვიჩვენა, რომ თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენების შემთხვევაში, მოხმარებული სათბობისა და ენერჯის საერთო რაოდენობიდან შესაძლებელია დაიზოგოს: მრეწველობაში დაახლოებით – 30%, სოფლის მეურნეობასა და კვების პროდუქტების გადამამუშავებელ სექტორში – 35%, კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო სექტორში – 25%.

პროექტის მიმდინარეობისას:

შესწავლილ იქნა აგროსამრეწველო კომპლექსში შემავალ საწარმოებში მეორეული ენერგორესურსების წყაროები, ტექნოლოგიური განსხვავებები, მათი ხარისხობრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობა სპირტის წარმოების მაგალითზე;

შესწავლილ იქნა საქართველოს აგროსამრეწველო კომპლექსში შემავალ საწარმოებში არსებული მეორეული ენერგორესურსების პოტენციალი სპირტის წარმოების მაგალითზე.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგენილ იქნა, რომ სპირტის საწარმოებში თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებისას თბოსიცივით მომარაგების სისტემების განხორციელების შემთხვევაში პირველადი სათბობის მოხმარება მცირდება 15-20% -ით.

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

#### 3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)



- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

- 1) საპატენტო თემატიკის სათაური
- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

- 1) საპატენტო თემატიკის სათაური
- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 6.2. სახელმძღვანელოები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 6.3. კრებულები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

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

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. ნ. მირიანაშვილი, ნ. გმელიშვილი, ნ. დადიანი, ქ. კვირიკაშვილი, ვ. ხათაშვილი
2. ნ. მირიანაშვილი, ზ. ლომსაძე, ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ა. დვალაძე.
3. მირიანაშვილი, ნ. ყავლაშვილი, ნ. დადიანი, ქ. კვირიკაშვილი.

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების პერსპექტივები ტრანსპორტში, ISSN 0135-0781
2. მზის ენერგეტიკული რესურსების გამოყენების პერსპექტივები ქვემო ქართლის რეგიონში, ISSN 1512-0120
3. თბური ტუმბოები გათბობის სისტემებში, ISSN 1512-0120

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. სტუ-ს არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N 25, 2021 წ.
2. ჟურნალი „ენერჯია“, N2 (98), 2021 წ. ტ. 2
3. ჟურნალი „ენერჯია“, N2 (98), 2021 წ. ტ. 2

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, შპს „საჩინო“

2. თბილისი, სტუ-ს საგამომცემლო სახლი.
3. თბილისი, სტუ-ს საგამომცემლო სახლი.

5) გვერდების რაოდენობა

1. 5 გვ.
2. 6გვ.
3. 5 გვ.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. ჩატარებულმა კვლევამ, რომლის შედეგებიც სტატიაშია წარმოდგენილი, აჩვენა, რომ ენერგეტიკული უსაფრთხოების ხარისხის ასამაღლებლად საქართველო, ისევე როგორც გარდამავალი ეკონომიკის სხვა ქვეყნები, საჭიროებს იაფ ენერგეტიკულ რესურსებზე მზარდი მოთხოვნის დაკმაყოფილებას, რაც შეიძლება უზრუნველყოფილი იყოს იმპორტულ სათბობზე დამოკიდებულების შემცირებით. ახალი ენერგოდამზოვი და განახლებადი რესურსების ათვისებაზე დაფუძნებული ტექნოლოგიების გამოყენებით.

საექსპერტო გათვლების შედეგად დადგინდა, რომ 2030 წლისათვის ქვეყანაში ელექტრომოხილები ბაზრის წილი გაიზრდება 10-11% -მდე, ნაცვლად 2020 წელს არსებული 1%-ისა. ამასთან 2030 წელს ტრანსპორტის მიერ მოხმარებული ენერჯის დაახლოებით 10% იქნება განახლებადი ენერჯის წყაროს წილი, ტრანსპორტის მიერ ენერჯის ჯამური მოხმარებიდან.

2. მოხსენებაში შეფასებულია ქვემო ქართლის რეგიონის მზის ენერგეტიკული პოტენციალი, მისი გამოყენების ტექნიკურ-ეკონომიკური ასპექტები და ათვისების პერსპექტივები. ქვემო ქართლის ტერიტორია დიდი ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალით ხასიათდება. მზის, როგორც განახლებადი ენერგეტიკული რესურსის გამოყენება საშუალებას იძლევა რეგიონში შეიქმნას დამატებითი ენერგეტიკული სიმძლავრეები, რომლებიც უზრუნველყოფენ აღნიშნული რესურსის ფართოდ მოხმარებას და ენერგეტიკული უსაფრთხოების ზრდას. ნაშრომში ხაზგასმულია, რომ ეკოსისტემის დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების სტრატეგიის შემუშავება, მისი პრიორიტეტული მიმართულებების განსაზღვრა, თანამედროვე, ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიების დანერგვა, საქართველოს ეკონომიკური პოტენციალის ზრდის ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა.

3. დამუშავებულია გათბობის სისტემებში თბური ტუმბოს დანადგარების მუშაობის იმიტაციური მოდელი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია განვსაზღვროთ დასახლებული პუნქტების ცალკეული ობიექტებისა და საწარმო-ტექნოლოგიური პროცესების სითბო-სიცივით მომარაგების ოპტიმალური სქემები. მოხსენებაში წარმოდგენილია ჩვენს მიერ ჩატარებული თბური ტუმბოს დანადგარების ბაზაზე მოქმედი სხვადასხვა ტიპის გათბობის სისტემების ენერგოეკონომიკური ანალიზის შედეგები. კლიმატური რაიონების მიხედვით, სხვადასხვა სახის დაბალპოტენციური სითბოს წყაროსა და სათბობის სხვადასხვა ღირებულებისათვის დადგენილია თბური ტუმბოების გამოყენების ეფექტურობის ზონები.

**7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში**

**7.1. მონოგრაფიები/წიგნები**

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.3. კრებულები

1) ავტორები

1.

2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1.

2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. ნ. მირიანაშვილი, ზ. ლომსაძე, ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ა. დვალაძე.

2. მირიანაშვილი, ნ. ყავლაშვილი, ნ. დადიანი, ქ. კვირიკაშვილი.

2) მოხსენების სათაური

1. მზის ენერგეტიკული რესურსების გამოყენების პერსპექტივები ქვემო ქართლის რეგიონში.

2. თბური ტუმბოები გათბობის სისტემებში.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. III საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია "ენერგეტიკის თანამედროვე პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები", თბილისი, საქართველო, 2021 წლის 7-10 ივნისი

2. III საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია "ენერგეტიკის თანამედროვე პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები", თბილისი, საქართველო, 2021 წლის 7-10 ივნისი

8. 2. უცხოეთში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1.

2.

2) მოხსენების სათაური

1.

2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1.

2.

*მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

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

**მიმართულება – ინფორმატიკა**  
**ენობრივი მოდელირების განყოფილება**

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. დიალოგური სისტემების ქართულენოვანი ინტერფეისი.

ზუსტი მეცნიერებები და ინჟინერია

კომპიუტერული და საინფორმაციო მეცნიერებები

ხელოვნური ინტელექტი, ინტელექტუალური სისტემები, ბუნებრივი ენის დამუშავება;

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021-2023

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- |                       |                                                            |
|-----------------------|------------------------------------------------------------|
| 1. ლორთქიფანიძე ლიანა | პროექტის ხელმძღვანელი, ტ.მ.კ., მთავარი მეცნ. თანამშრომელი  |
| 2. ამირეზაშვილი ნინო  | ძირითადი შემსრულებელი, დოქტორანტი, მეცნ. თანამშრომელი      |
| 3. ჩიკოიძე გიორგი     | ძირითადი შემსრულებელი, ფიზ.მათ.მ.კ., ფილოლოგ.მ.დ., მთავარი |
| 4. თუშიშვილი ალა      | ძირითადი შემსრულებელი, ტ.მ.კ., უფროსი მეცნ. თანამშრომელი   |
| 5. თუშიშვილი მიხეილი  | ძირითადი შემსრულებელი, ტ.მ.კ., უფროსი მეცნ. თანამშრომელი   |
| 6. ჩუტკერაშვილი ანა   | ძირითადი შემსრულებელი, აკადემიური დოქტორი                  |
| 7. ჯავაშვილი ნინო     | ძირითადი შემსრულებელი, დოქტორანტი, მეცნ. თანამშრომელი      |
| 8. სამსონაძე ლია      | ძირითადი შემსრულებელი, მეცნ. თანამშრომელი                  |
| 9. კლოიანი მანველი    | შემსრულებელი, დოქტორანტი, მეცნ. თანამშრომელი               |
| 10. მაკრახიძე ლევანი  | შემსრულებელი, უფროსი ინჟინერი                              |

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

მომხმარებლის ქართულენოვანი შეკითხვა/მოთხოვნის დამუშავების პროცესი შედგება მორფოლოგიური, სინტაქსური და სემანტიკური ანალიზის თანმიმდევრული შესრულებისგან.

მომხმარებლის შეკითხვა/მოთხოვნის დამუშავების პირველ ეტაპზე ტარდება მორფოლოგიური ანალიზი. წინადადების თითოეული სიტყვისთვის ფორმალურ აღნიშვნაში იქმნება კავშირები, რომლებიც განსაზღვრავენ შესაბამისობას გრამატიკული კატეგორიების მნიშვნელობებისთვის. მორფოლოგიური ანალიზის შედეგად განისაზღვრება თითოეული სიტყვის მორფოლოგიური მახასიათებლები, მაგალითად, ბრუნვა, უღლება, მეტყველების ნაწილი და სხვა.

სინტაქსური ანალიზის ეტაპზე წინადადებაში გამოიყოფა სიტყვათა შორის მიმართებები. შემდეგ განისაზღვრება წინადადების ძირითადი და მეორადი წევრები და წინადადების ტიპი. სინტაქსური ანალიზი ტარდება ეტაპობრივად: წინადადების ფორმალური სტრუქტურის აღწერისას გამოიყენება მორფოლოგიური ანალიზის ეტაპზე მიღებული ინფორმაცია და ქართული ენის სინტაქსური და ლექსიკური წესები.

ბუნებრივენოვანი შეკითხვა/მოთხოვნის დამუშავების შემდეგი ნაბიჯი მისი სემანტიკური წარმოდგენის აგებაა. ამ შემთხვევაში მომხმარებლის ქართულენოვანი მოთხოვნის სემანტიკური წარმოდგენა ემყარება GeWordNet თესაურუსის მონაცემთა ბაზის სემანტიკური მოდელის მონაცემებს. ასეთი წარმოდგენა სტანდარტული კონცეპტუალური ენის გამოხატულებაა. ამრიგად, ყალიბდება მოთხოვნის K-რეპრეზენტაცია (Knowledge representations). მომავალში, მოთხოვნის K-რეპრეზენტაცია გადაისახება SQL მოთხოვნაში, რომელიც იგზავნება მონაცემთა ბაზაში.

შემოთავაზებული მიდგომა ითვალისწინებს მონაცემთა ბაზის საკმაოდ მოქნილ მიზმას GeWordNet თესაურუსის სინსტემატან. ბუნებრივი ენის ცნებებისა და რელაციური ბაზის შესაბამისი ცხრილის ველების დასაკავშირებლად შესაძლებელია შუალედური ცხრილების გამოყენება. ამ დროს კავშირი შეიძლება იყოს პირდაპირი (პარტიის ველი შეესაბამება ველს party), ან შეიძლება ფორმატირებული იყოს მონაცემთა ბაზაში ჩასმული მოთხოვნის სახით, რაც შესაძლებელი იქნება, მიღებული გამოსახულების K-წარმოდგენის მონაცემთა ბაზის SQL-მოთხოვნად გარდაქმნით, წინასწარ განსაზღვრული შაბლონის გამოყენებით.

2021 წლის ეტაპის გეგმით გათვალისწინებული კვლევის ძირითადი და პრაქტიკული შედეგები:

გამოკვლევული იქნა ტექსტის ავტომატური დამუშავების სისტემების შექმნის გამოცდილება მათი უპირატესობებისა და უარყოფითი მხარეების გამოვლენით.

ჩატარდა:

ტექსტიდან ცოდნის ავტომატური მოპოვების არსებული მეთოდების შედარებითი ანალიზი; სამომხმარებლო ინტერფეისის სფეროში მიმდინარე კვლევები და პრობლემების მდგომარეობის ანალიზი; ინტერნეტში დიალოგური სისტემების ანალიზი; განისაზღვრა ნაკლოვანებები და ჩამოყალიბდა მათი აღმოფხვრის გზები.

შემუშავდა:

ბუნებრივი ენის ინტერფეისით დიალოგის ინტელექტუალური სისტემის აგებისა და არქიტექტურის პრინციპები; სემანტიკური მონაცემთა ბაზის მოდელი; სემანტიკური მონაცემთა ბაზის მოდელის ალგორითმი; ბუნებრივი ენის დიალოგური ინტერფეისის მოდელის ალგორითმი.

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

#### **3.1.**

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები



- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

4.2.

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

- 1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1.

2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

6.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

6.3. კრებულები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. ლ. ლორთქიფანიძე
2. გ. ჩიკოიძე, ა. ჩუტკერაშვილი
3. ა. ჩუტკერაშვილი
4. ნ. ჯავაშვილი
5. ნ. ამირეზაშვილი
6. ლ. სამსონაძე
7. მ. კლოიანი

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. ლინგვისტური ცოდნის ბაზა ქართული ენისთვის. ISSN 0135-0765
2. On Dictionary Unit Information Zone Merging. ISSN 0135-0765
3. ძველი და ახალი ინფორმაციის გადმოცემის საშუალებები. ISSN 0135-0765
4. დერივაციული ლექსიკური ფუნქციების შესახებ. ISSN 0135-0765
5. ზედსართავი სახელების აღწერა ლექსიკური ფუნქციებით. ISSN 0135-0765
6. სიტყვა „გული“ ლექსიკური გარემოს აღწერა. ISSN 0135-0765
7. Shadow DOM ინტერფეისის გამოყენება თანამედროვე სისტემებში. ISSN 0135-0765

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25
2. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25
3. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25
4. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25
5. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25

6. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25
7. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №25

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი შპს „საჩინო“
2. თბილისი შპს „საჩინო“
3. თბილისი შპს „საჩინო“
4. თბილისი შპს „საჩინო“
5. თბილისი შპს „საჩინო“
6. თბილისი შპს „საჩინო“
7. თბილისი შპს „საჩინო“

5) გვერდების რაოდენობა

1. 7 გვ.
2. 5 გვ.
3. 5 გვ.
4. 6 გვ.
5. 7 გვ.
6. 5 გვ.
7. 4 გვ.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. საინფორმაციო და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების განვითარების პერსპექტივების შეფასება ნათლად აჩვენებს, რომ დღის წესრიგში დგება არა მხოლოდ ინფორმაციის სწრაფი გადაცემისა და დამუშავების პრიორიტეტები, არამედ ხარისხობრივად ახალი ტიპის ამოცანების გადაწყვეტა კომპიუტერის საშუალებით. ამ ნაწილში კი ხელოვნური ინტელექტის მეთოდების გამოყენება არა მხოლოდ თეორიული შესაძლებლობების შესწავლის საგანია, არამედ უკვე დღეს არსებული საჭიროებაა იმისა, რომ კომპიუტერმა იტვირთოს თავის თავზე ადამიანის მიერ “რუტინული” გონებრივი ამოცანების შესრულება. ინტერნეტის ფართოდ განვითარებამ კიდევ უფრო აქტუალური გახადა ინტერნეტის ფაქტიურად უკიდევანო სივრცეში ადამიანის მიერ ინფორმაციის ძებნის, ამორჩევის და დამუშავების პრობლემის ოპტიმალურად გადაჭრის საჭიროება.

ბუნებრივნივანი სამომხმარებლო ინტერფეისი აქტიურად გამოიყენება დიალოგურ სისტემებში, სადაც მომხმარებლის კითხვაზე პასუხის მისაღებად ინფორმაცია იძებნება შესაბამის მონაცემთა ბაზაში. ამ დროს მომხმარებელს არ უნდა ესაჭიროებოდეს მონაცემთა ბაზის შიდა სტრუქტურის ცოდნა და SQL მოთხოვნების ხელით შექმნა. მოცემული პრობლემის გადასაწყვეტად, უპირველეს ყოვლისა, უნდა შემუშავდეს ბუნებრივი (ჩვენს შემთხვევაში, ქართული) ენის ლინგვისტური ცოდნის ბაზა. ამ ამოცანის გადასაჭრელად შემუშავდა ექსპერტული სისტემა, რომელიც გამოიყენება კონკრეტულ სფეროში რეკომენდაციების მისაცემად ან პრობლემების გადასაჭრელად და მუშაობს წინასწარ შექმნილ ცოდნაზე დაყრდნობით.

ექსპერტული სისტემის ინსტრუმენტებში პრობლემატური მხარეა ცოდნის შექმნის ამოცანა, ცოდნის ბაზის დახვეწა, და ცოდნის წარმოდგენის სხვადასხვა სქემების კომბინირება. ექსპერტისგან ცოდნის მიღება არ ექვემდებარება წრფივ, „ერთი გავლით“ შესრულების ტექნიკას. არჩევანი იმის შესახებ, თუ როგორი საწყისი შესაძლებლობები უნდა ჰქონდეს სისტემას, განსაზღვრავს იმას, თუ ჯერ როგორი ცოდნის შექმნა უნდა მოხდეს, და მერე, როგორ უნდა იქნეს იგი ორგანიზებული გამოყენებისთვის [1]. შეიძლება გამოყენებული იქნეს ცოდნის წარმოდგენის და ორგანიზების სხვადასხვა მეთოდები, როგორებიცაა: 1) წესებზე დაფუძნებული მეთოდები; 2) ობიექტზე ორიენტირებული მეთოდები; 3)

პროდუცირების მეთოდები; 4) დაშვებაზე ორიენტირებული მეთოდები; 5) ფრეიმებზე დაფუძნებული მეთოდები და სხვა.

ქართული ენის ლინგვისტური ცოდნის ბაზის ექსპერტულ სისტემაში ჩვენ გამოვიყენეთ ობიექტებზე ორიენტირებული ფრეიმების და პროდუცირების კომბინირებული მეთოდები.

2. განმარტებით-კომბინატორული კომპიუტერული ლექსიკონები ტრადიციული ლექსიკონებისაგან განსხვავდება სალექსიკონო ერთეულის ინფორმაციის მოცულობითა და მრავალასპექტიანობით. ამ ტიპის თანამედროვე ლექსიკონებში დიდი მოცულობის ინფორმაცია დაყოფილია ზონებად, რომელთაგან თითოეული შეესაბამება მოცემული სალექსიკონო ერთეულის ამა თუ იმ ასპექტს. ყოველი ერთეულის ინფორმაცია მოიცავს შემდეგ ძირითად ზონებს: მორფოლოგიურს, სინტაქსურს, სემანტიკურს, ეტიმოლოგიურს. ასევე მოიცავს სიტყვის ხმარების შესაბამის ნიმუშებს, ფრაზეოლოგიზმებს და მდგრად სიტყვათშენაერთებს, თარგმანებს და ბიბლიოგრაფიას. სტატიაში დახასიათებულია სალექსიკონო ერთეულის ინფორმაციული ზონები.

მათი გათვალისწინებით დასაბუთებულია სიტყვათა ერთმანეთთან კავშირი და ურთიერთქმედება.

3. სტატიაში განხილულია ძველი და ახალი ინფორმაციის გადმოცემის სხვადასხვა საშუალებები. ბუნებრივ ენაში სხვადასხვა უნივერსალური საშუალება არსებობს ახალ (რემა) ან ძველ (თემა) ინფორმაციაზე მისათითებლად. კომუნიკაციას აზრი არ ექნება, თუ არ მოხდება გარკვეული ახალი ინფორმაციის გადაცემა. ამავე დროს, ინფორმაციის დიდი ნაწილს უნდა შეადგენდეს ძველი ინფორმაცია, რადგან ამის გარეშე მოლაპარაკესა და მსმენელს არ ექნებათ საკმარისი საფუძველი ერთმანეთის გასაგებად. გარდა უნივერსალური საშუალებებისა, არსებობს კონკრეტული ენებისათვის დამახასიათებელი საშუალებები, რომლებიც ფორმალურად მიუთითებენ ახალ და ძველ ინფორმაციაზე. გამონათქვამის თემა-რემატული სტრუქტურის ცვლა სიღრმისეული სემანტიკურ პროცესია, რომელიც უზრუნველყოფს მნიშვნელობის მთლიანობას.

4. სტატიაში განხილულია დერივაციულ ლექსიკურ ფუნქციათა ჯგუფი. ზოგადად, ლექსიკური ფუნქციები განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონისთვის დამახასიათებელი ერთ-ერთი ძირითადი ზონაა. ფუნქციათა ეს ჯგუფი ბუნებრივი ენის დერივაციულ მნიშვნელობებს შეესაბამება, ისინი არიან L ამოსავალი სალექსიკონო ერთეულისგან ნაწარმოები სახელები, L-ის დერივატები.

დერივაციულ ჯგუფში გაერთიანებული ფუნქციები სტატიაში დახასიათებულია ცალ-ცალკე. მოცემულია თითოეული ფუნქციის განმარტება მაგალითებთან ერთად. განხილულია სიტყვაწარმოების რამდენიმე შემთხვევა, რომლის შესაბამისი ფუნქცია არ არის გათვალისწინებული ქართულ განმარტებით-კომბინატორულ ლექსიკონში და სასურველია მისი დამატება.

5. ლექსიკური ფუნქციები, როგორც სიტყვათა შორის ლექსიკური მიმართებების აღწერის ძირითადი საშუალება, განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონის ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ნაწილია. ეს ფუნქციები წინადადებაში სიტყვებს შორის ლექსიკური მიმართებების აღწერის საშუალებას იძლევა. ლექსიკური ფუნქციების ზოგადი მნიშვნელობა სალექსიკონო ერთეულში სხვადასხვა სახით და სხვადასხვა მეტყველების ნაწილით გამოიხატება. ლექსიკური ფუნქციები მისი შინაარსის გამომხატველი ლათინური სიტყვების შემოკლებებით აღინიშნება.

სტატიაში ლექსიკური ფუნქციების საშუალებით აღწერილია ზედსართავი სახელები: თეთრი, მაღალი. ტექსტის ბოლოს მოცემულია გამოყენებული ლექსიკური ფუნქციების განმარტებები.

6. ლექსიკური ფუნქციებით შესაძლებელი ხდება არა მხოლოდ სიტყვების, არამედ მრავალი სიტყვათშეთანხმების, კოლოკაციებისა და იდიომების ასახვა. ყოველივე ეს საფუძველია იმისა, რომ განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონის ლექსიკური ფუნქციებით გამდიდრებით, ვიღებთ ქართული ლექსიკის გლობალურ აღწერას.

ნაშრომში ლექსიკური ფუნქციების მეშვეობით ნაჩვენებია სიტყვა „გულის“, როგორც ანატომიური ორგანოს და „გულის“, როგორც გრძნობის ორგანოს ლექსიკური გარემოს აღწერა. მოყვანილია რამდენიმე დერივატი და იდიომატური გამონათქვამი შესაბამისი განმარტებებით.

7. სტატიაში განხილულია თანამედროვე ვებკომპონენტები: DOM, Shadow DOM, Virtual DOM, რომელთა მნიშვნელოვანი ასპექტია ინკაფსულაცია - მარკირების სტრუქტურის, სტილის და ქცევის შენახვის

შესაძლებლობა, ვებგვერდზე სხვა პროგრამული კოდისგან განცალკევება ისე, რომ არ მოხდეს პროგრამის სხვადასხვა ნაწილების კონფლიქტი.

ნაშრომში აღწერილია Shadow DOM ინტერფეისის გამოყენება თანამედროვე სისტემებში. ახსნილია თუ რას წარმოადგენს, რა პრობლემების გადასაწყვეტად შეიქმნა და რა პრობლემებს შეიძლება წავაწყდეთ მისი გამოყენებისას. ასევე ახსნილია გამოყენების პრინციპები და განსხვავება Shadow DOM-ისა და Virtual DOM-ის კონცეფციებს შორის.

## 7. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

#### 1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

### 7.2. სახელმძღვანელოები

#### 1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

#### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

### 7.3. კრებულები

#### 1) ავტორები

1.

2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. ლიანა ლორთქიფანიძე
2. Anna Chutkerashvili, Nino Amiridze, Besik Dundua, Temur Kutsia
3. Anna Chutkerashvili, Nino Amiridze, Besik Dundua, Temur Kutsia

2) მოხსენების სათაური

1. ლინგვისტური ცოდნის ბაზის კომპაილერი ქართული ენისთვის
2. Some Notes on Georgian Controlled Language
3. Towards a Georgian Controlled Language

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. სახელმწიფო ენის დეპარტამენტი 7-8 ოქტომბერი 2021წ. თბილისი



2. 2021 წლის 21-24 აპრილი, თბილისი (ილია ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტის სემინარის XXXV საერთაშორისო გაფართოებული სხდომები [http://viam.science.tsu.ge/enlarged/2021/abstracts\\_eng.pdf](http://viam.science.tsu.ge/enlarged/2021/abstracts_eng.pdf) გვ. 8)
3. 23-28 აგვისტო, 2021, ბათუმი (საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირის XI საერთაშორისო კონფერენცია [http://gmu.gtu.ge/Batumi2021/Conference\\_Batumi\\_2021+.pdf](http://gmu.gtu.ge/Batumi2021/Conference_Batumi_2021+.pdf) გვ. 48)

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

1. სახელმწიფო ენის სიცოცხლისუნარიანობისა და მდგრადობის უზრუნველსაყოფად ენობრივ ტექნოლოგიებს მნიშვნელოვანი როლი აკისრიათ. ენობრივი ტექნოლოგია აღარ არის ვიწრო საძიებო სფერო მხოლოდ ენათმეცნიერებისათვის. საძიებო სისტემები უფრო და უფრო ინტელექტუალური ხდება და ემსახურება მთელ საზოგადოებას ზოგადი ინტერნეტ-მომხმარებლიდან დაწყებული მაღალი დონის სპეციალისტამდე.

დღეს მსოფლიოში გაჩნდა პროგრამული უზრუნველყოფის კლასი, სადაც ადამიანსა და კომპიუტერს შორის კომუნიკაცია ყველაზე ეფექტურია ბუნებრივენოვანი ინტერფეისის გამოყენებით. ვირტუალური ასისტენტები, როგორცაა Siri, Google Assistant (Google Now), Amazon Alexa, Microsoft Cortana, Bixby, Voice Mate, Alice (Алиса) იყენებენ ინტერნეტ-რესურსებს და ბევრ სხვადასხვა სახის შეკითხვაზე შეუძლიათ პასუხის გაცემა. ასევე, ბოლო პერიოდში ფართოდ გავრცელდა ჩათ-ბოტები, რაც მომხმარებელს საშუალებას აძლევს პროგრამულ სისტემასთან ბუნებრივი ენის გამოყენებით დაამყაროს კავშირი. ბუნებრივენოვანი სამომხმარებლო ინტერფეისი აქტიურად გამოიყენება დიალოგურ სისტემებში, სადაც მომხმარებლის კითხვაზე პასუხის მისაღებად ინფორმაცია იძებნება შესაბამის მონაცემთა ბაზაში. ამ დროს მომხმარებელს არ უნდა ესაჭიროებოდეს მონაცემთა ბაზის შიდა სტრუქტურის ცოდნა და SQL მოთხოვნების ხელით შექმნა. მოცემული პრობლემის გადასაწყვეტად, უპირველეს ყოვლისა, უნდა მოხდეს ბუნებრივ ენაზე მოლაპარაკე მომხმარებლის მიერ დასმული შეკითხვის (მოთხოვნის) სტრუქტურირებული მონაცემთა ბაზის მოთხოვნად გარდაქმნა.

ინფორმაციის მიღება ტექსტიდან და მათი ავტომატური მოპოვება კომპიუტერული ლინგვისტიკის და ხელოვნური ინტელექტის ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა. ამ ამოცანის შესასრულებლად კი აუცილებელია არსებობდეს შესაბამისი ენის ლინგვისტური ცოდნის ბაზა.

ლინგვისტური ცოდნის ბაზა არის მონაცემთა სპეციალური სტრუქტურა, რომელიც ემსახურება ბუნებრივი ენის ობიექტებისა და მათი ურთიერთობების შესახებ საწყისი, შუალედური და საბოლოო ინფორმაციის შენახვასა და ეფექტურად გამოყენებას. ცოდნის ბაზაში უნდა შევიდეს შემდეგი ურთიერთდაკავშირებული კომპონენტები:

- მორფოლოგიური ცოდნის ბაზა
- სინტაქსური ცოდნის ბაზა
- სემანტიკური ცოდნის ბაზა
- პრაგმატული ცოდნის ბაზა

ცოდნის ბაზისთვის უნდა შემუშავდეს ეფექტური ოპტიმიზაციის ალგორითმი, რომელიც გაადვილებს სხვადასხვა სფეროებში ლექსიკონ-თესაურუსების შექმნას, მათ გამდიდრებას და საძიებო სისტემის განვითარებას.

იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს ბუნებრივ ენაზე პიროვნებასა და კომპიუტერულ სისტემას შორის კომუნიკაციის პროცესის სიმულაცია, საჭიროა შემუშავდეს ცოდნის წარმოდგენის მეტაენა. ის უნდა შეიქმნას ცოდნის გარკვეული სფეროს აღსაწერად და ამ ცოდნის შესაბამის ინტელექტუალურ სისტემაში ჩასასმელად. ბუნებრივი ენისგან განსხვავებით, რომელიც არის განვითარებადი და დროში ცვალებადი სისტემა, ცოდნის წარმოდგენის ენა უნდა იყოს ლიმიტირებული. მასში უნდა შევიდეს ამოსავალი ერთეულები (ლექსიკონი) და მათი გამოყენების და ინტერპრეტაციის წესები (გრამატიკა).

ქართული ენის ლინგვისტური ცოდნის ბაზის კომპაილერის საშუალებით:

- შესაძლებელი იქნება ქართული ენის სხვადასხვა დარგობრივი სფეროს შესაბამისი დიალოგური სისტემების უზრუნველყოფა.

- ქართული ენისთვის შემუშავდება დასწავლადი თესაურუსის ალგორითმი. ალგორითმში გათვალისწინებული იქნება ადამიანის მოღვაწეობის სხვადასხვა სფერო და, შესაბამისად, ლექსიკონის გამდიდრება დარგობრივი ტერმინოლოგიით.
- ქართული ენის ლინგვისტური ცოდნის ბაზა ხელს შეუწყობს ქართული ტერმინოლოგიური მასალის დოკუმენტირებას.
- ქართული ენის ლინგვისტური ცოდნის ბაზა საფუძვლად დაედება ქართულენოვანი დიალოგური სისტემების განვითარებას.

## 8. 2. უცხოეთში

### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

### 2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

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

## ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის მანქანური ინტელექტის პრობლემების განყოფილება

### 1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

#### 1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

- 1.
- 2.

#### 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

#### 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

- 2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

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

**დარგი:** ინფორმატიკა.

**მიმართულება:** ხელოვნური ინტელექტი, ინტელექტუალური საინფორმაციო სისტემების მოდელები.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021-2023 წწ.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

მ. მიქელაძე – პროექტის ხელმძღვანელი, აკადემიური დოქტორი

ნ. ანანიაშვილი – ძირითადი შემსრულებელი, უფროსი მეცნ. თანამშრ. აკადემიური დოქტორი

ვ. რაძიევსკი – ძირითადი შემსრულებელი, მეცნ. თანამშრომელი

ნ. ჯალიაბოვა – ძირითადი შემსრულებელი, მეცნ. თანამშრომელი

დ. რაძიევსკი – ძირითადი შემსრულებელი, მეცნ. თანამშრომელი

ი. ოკონიანი – შემსრულებელი, ინჟინერი

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

პროექტი ითვალისწინებს სამკურნალო დიაგნოსტიკური მხარდამჭერი სისტემის შექმნას, რომელიც განკუთვნილია ექიმის მიერ გადაწყვეტილების მიღების მხარდასაჭერად იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის შერჩევის დროს.

ტერმინი „იშვიათი დაავადება“ გამოიყენება ისეთი ნოზოლოგიური ერთეულის აღსანიშნავად, რომლის სიხშირე პოპულაციაში 0.05 %-ს არ აღემატება, თუმცა იშვიათი დაავადებების რიცხვი 7-8 ათასს აღწევს. ასეთი მრავალრიცხოვანების გამო ექიმების უმრავლესობა მათ კარგად არ იცნობს. ამის გარდა, იშვიათი დაავადებები სხვადასხვა სამედიცინო დარგის საზღვარზეა, რაც დამატებით ართულებს მათ დიაგნოსტიკას. სწორი დიაგნოზის დასმას შეიძლება დიდი დრო დასჭირდეს. იგივე ფაქტორებით განპირობებულია იშვიათი დაავადებებისთვის ეფექტური მკურნალობის შერჩევის პრობლემა.

იშვიათი დაავადებებისთვის შექმნილ სამკურნალო დიაგნოსტიკურ მხარდამჭერ სისტემაში აკუმულირებული იქნება ის ცოდნა და გამოცდილება, რომელიც დაგროვილია შესაბამის სფეროში. სისტემა დაეხმარება დამწყებ და ნაკლებად გამოცდილ ექიმებს სწორ დიაგნოსტიკასა და მკურნალობაში.

სისტემა შედგება ორი - დიაგნოსტიკის და მკურნალობის შერჩევის კომპონენტებისგან. დიაგნოსტიკის კომპონენტის ცოდნის ბაზა შეიცავს იშვიათი დაავადებების ფორმალიზებულ აღწერილობას ძირითადი სადიაგნოსტიკო კრიტერიუმების და მათი სადიაგნოსტიკო წონების მითითებით.

2021 წლის ეტაპის ძირითად ამოცანას წარმოადგენდა:

- პირველადი დიაგნოსტიკის პროცესის მოდელირება პაციენტის ჩივილების და ანამნეზის საფუძველზე წინასწარი დიაგნოზის დადგენის მიზნით;
- სამკურნალო დიაგნოსტიკური მხარდამჭერი სისტემის შესაბამისი კომპონენტის პროგრამული რეალიზაცია.

დიაგნოსტიკური კომპონენტის ფუნქციონირებისთვის საჭიროა მძლავრი ცოდნის ბაზა, რომელშიც აკუმულირებულია საგნობრივი არის შესახებ ფორმალური და ევრისტიკული ცოდნა.

ცოდნის ბაზის შესაქმნელად საჭიროა გამოსაკვლევნი დაავადებების შესახებ კლინიკური მონაცემების მოძიება, აღნიშნული დაავადებების ფორმალიზებული აღწერილობის შედგენა და ჩატარებული ანალიზის

საფუძველზე მონაცემებისა და ცოდნის კომპიუტერული წარმოდგენის მეთოდების შერჩევა/შემუშავება. შესაბამისი კვლევები ჩატარდა 2021 წლის პირველ ნახევარში.

ჩვენ განვიხილეთ იშვიათი მემკვიდრეობითი დაავადებები, რომლებიც მიეკუთვნებიან მუკოპოლისაქარიდოზების ჯგუფს, სახელდობრ, შემდეგი 7 სინდრომი:

I ტიპის, რომელსაც მიეკუთვნება დაავადების 3 ფორმა - გურლერის (Hurler) სინდრომი (მძიმე ფორმა), გურლერ-შეიეს (Hurler-Scheie) სინდრომი (საშუალო სიმძიმის ფორმა), შეიეს (Scheie) სინდრომი (მსუბუქი ფორმა); II ან ხანტერის (Hunter) სინდრომი; III ან სანფილიპოს (Sanfilippo) სინდრომი; IV ან მორკიოს (Morquio) სინდრომი; VII ან სლაის (Sly) სინდრომი. შესაბამისი კლინიკური სურათები სადიაგნოსტიკო კრიტერიუმებით და მათი სადიაგნოსტიკო წონებით მოგვაწოდა პროექტის პარტნიორმა, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ბავშვთა და მოზარდთა მედიცინის დეპარტამენტის ხელმძღვანელმა, პროფ. ყ. ფალავამ.

ამ პათოლოგიების დროს მრავლობითი დარღვევები გვხვდება, როლებიც ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემათა დაავადებებისა და პაციენტის სპეციფიური გარეგნობის სახით ვლინდება. ამ შემთხვევაში დიაგნოსტიკა ხორციელდება პაციენტის სიმპტომების, ჩივილების და გარეგანი ნიშნების საფუძველზე. ქვემოთ წარმოდგენილია სამედიცინო მონაცემების ფრაგმენტი:

#### გურლერ-შეიეს სინდრომი

- ზომიერი გონებრივი ჩამორჩენილობა - 70%
- რქოვანას შემღვრევა - 70%
- სახის უხეში ნაკვთები - 70%
- მსხვილი ტუჩები - 50%
- ჰიპერტრიქოზი, ჭარბი თმიანობა - 20%
- სახსრებში მოძრაობის შეზღუდვა - 20%
- ხერხემლის დაზიანება - 50%

სამედიცინო მონაცემების ერთ-ერთი დამახასიათებელი ნიშანია მონაცემების მრავალსახეობა. თუმცა, იმისდა მიხედვით, თუ რა მნიშვნელობებს იღებს ნიშანთვისება, შეიძლება 3 ძირითადი ჯგუფის გამოყოფა:

1. ბინარული ნიშანთვისებები, ღებულობს მხოლოდ 2 მნიშვნელობას 0 ან 1 - შესაბამისი სიმპტომის არსებობა ან არარსებობა. მაგალითად, სმენის დაქვეითება, ყლაპვის სიმძნელე და ა.შ.
2. რაოდენობრივი მრავალნიშნა ნიშანთვისებები - როდესაც მნიშვნელობები გაზომვადია. ასეთი ნიშნებია ტემპერატურა, წნევა, წონა და ა.შ.
3. თვისობრივი მრავალნიშნა ნიშანთვისებები - მნიშვნელობები წარმოიდგინება სიტყვებით. მაგალითად, ნიშანთვისება „ტკივილი“ შეიძლება ღებულობდეს მნიშვნელობებს „მსუბუქი“, „საშუალო“, „ძლიერი“.

პროექტის ფარგლებში განხილული დაავადებების შემთხვევაში ყველა სიმპტომი წარმოდგენილ იქნა ბინარული ნიშანთვისებების სახით.

რაც შეეხება ცოდნის წარმოდგენას. არსებობს ცოდნის წარმოდგენის მრავალი მოდელი. ეს არის პროდუქციების წესები, სემანტიკური ქსელები, ფრეიმები, პრედიკატთა აღრიცხვის მეთოდები და სხვა.

პროდუქციული მოდელის გამოყენებისას ცოდნის ბაზა შედგება პროდუქციული წესების ნაკრებისგან, რომელთაგან თითოეულს აქვს შემდეგი სახე: თუ (პირობა), მაშინ(დასკვნა). დასკვნის გამოტანა დაფუძნებულია modus ponens წესის გამოყენებაზე. დასკვნის გამოტანისას შესაძლებელია მსჯელობის პირდაპირი ან უკუ ჯაჭვის გამოყენება. მაგ. ერთერთი განხილული დაავადებებიდან შეგვიძლია წარმოვადგინოთ შემდეგი პროდუქციული წესის სახით:

#### თუ ავადმყოფს აღნიშნება

დიდი თავი, ჰიდროცეფალია, სახის უხეში ნაკვთები, დიდი ენა, ღვიძლის გადიდება, ელენთის გადიდება, თიაქრები, ძილში სუნთქვის გაჩერება, რქოვანას შემღვრევა, მხედველობის გაუარესება, გულის დაზიანება, სახსრების დეფორმაცია, გონებრივი ჩამორჩენილობა, ზრდაში ჩამორჩენა

მაშინ მას აქვს **სლაის სინდრომი**.

შესაბამის ფორმალიზებულ აღწერას ექნება შემდეგი სახე:

S2 & S62 & S31 & S6 & S16 & S17 & S68 & S66 & S19 & S60 & S65 & S67 & S20 & S1 → D7,

სადაც  $S_i$  - სიმპტომებია, ხოლო  $D_j$  - დაავადებები.

პროდუქციული სისტემების უპირატესობას წარმოადგენს: წესების შევსებისა და ამოღების სიმარტივე; ლოგიკური დასკვნის მექანიზმის რეალიზაციის სიმარტივე; სისტემის მუშაობის შედეგების ახსნა-განმარტების თვალსაჩინოება. თუმცა პროდუქციულ სისტემაში მიღებულ დასკვნას ახასიათებს კატეგორიულობა: დასკვნა 100%-თ ჭეშმარიტია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ პაციენტს აღენიშნება პროდუქციის პირობაში შემავალი ყველა სიმპტომი, წინააღმდეგ შემთხვევაში დასკვნა ვერ გამოგვაქვს. ეს ეწინააღმდეგება სამედიცინო ცოდნის არამკაფიო და არაკატეგორიულ ხასიათს. ამიტომ სამედიცინო ცოდნის წარმოსადგენად ჩვენ გამოვიყენეთ მიზეზ-შედეგობრივი სემანტიკური ქსელები.

დაავადებების წარმოდგენისას მიზეზ-შედეგობრივი სემანტიკური ქსელის სახით  $S$  წვეროები წარმოადგენენ სიმპტომებს,  $D$  წვეროები - დაავადებებს, ხოლო რკალები - არამკაფიო მიმართებას „შესაძლო შედეგი“. თითოეულ რკალს მიეწერება  $k_{ij}$  წონითი კოეფიციენტი.  $k_{ij}$  კოეფიციენტი ასახავს სარწმუნოების ხარისხს იმისა, რომ  $S_i$  სიმპტომი  $D_j$  დაავადების შედეგია. ასეთი სემანტიკური ქსელის კომპიუტრული წარმოდგენისთვის ხელსაყრელია მატრიცის გამოყენება. წონით კოეფიციენტებს შეიძლება იძლეოდეს ექიმი თავისი ცოდნის, გამოცდილების და ინტუიციის საფუძველზე. ანდა წონითი კოეფიციენტები შეიძლება მივიღოთ სისტემის თვითსწავლების გზით სასწავლო ამონაკრეფის გამოყენებით.

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

I. **ჰიპოთეზის შემოწმება:**  $D_i$ ჰიპოთეზის წონა  $A$  ავადმყოფის შემთხვევაში

$$W_{D_i} = \frac{1}{N_{A \cap D_i}} \sum_{j \in A} K_{ij}$$

მაქსიმალური შეფასების მქონე  $D_i$ წვერო წარმოადგენს ყველაზე სარწმუნო ჰიპოთეზას;

II. **ჰიპოთეზის შემოწმება:**  $D_i$ ჰიპოთეზის მიხედვით ახალი სიმპტომების მოძიება და ახალი მონაცემების საფუძველზე  $D$  წვეროების ახალი შეფასებების გამოთვლა.

სამკურნალო დიაგნოსტიკური მხარდამჭერი სისტემის დიაგნოსტიკური კომპონენტის პროგრამული რეალიზაცია განხორციელებულია მიზეზ-შედეგობრივი ანალიზის საფუძველზე. შესაბამისი პროგრამა დამუშავებულია C++ენაზე *C++ Builder 10 Seattle*.

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

3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)****6.2. სახელმძღვანელოები**

## 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

## 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)****6.3. კრებულები**

## 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

## 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)****6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით**

## 1) ავტორი/ავტორები

1. მ. მიქელაძე, ვ. რაძიევსკი, ნ. ჯალიაბოვა, ნ. ანანიაშვილი, დ. რაძიევსკი
2. ვ. რაძიევსკი, მ. მიქელაძე, ნ. ჯალიაბოვა, დ. რაძიევსკი, ი. ოკონიანი

## 2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

1. “ასოციაციების ძიების მეთოდის გამოყენება სამედიცინო დიაგნოსტიკის ამოცანებში”, DOI.org/10.36073/1512-3979, ISSN 1512-3979



2. „სამედიცინო დიაგნოსტიკების ინტელექტუალური სისტემა, რომელიც იყენებს ცოდნას და რომელსაც გააჩნია დასწავლის უნარი“, DOI.org/10.36073/1512-3979 ISSN 1512-3979

- 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი
1. მართვის ავტომატიზებული სისტემები, № 1(32)/1.1
  2. მართვის ავტომატიზებული სისტემები, № 1(32)/1.1

- 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა
1. თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
  2. თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“

- 5) გვერდების რაოდენობა
1. 5
  2. 5

### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. განიხილება სამედიცინო მონაცემების ანალიზის ამოცანა თითოეული დაავადებისთვის ხშირად შემხვედრი სიმპტომების და სიმპტომთა ნაკრებების გამოვლენის მიზნით. მონაცემთა ანალიზისთვის გამოიყენება ასოციაციების ძიების მეთოდი, რომლის საშუალებით შესაძლებელია მოძიებული სიმპტომების სპეციფიურობისა და გამოვლენილი ასოციაციების საფუძველზე აგებული დიაგნოსტიკური წესების სანდოობის შეფასება. შემოთავაზებული მეთოდი გამოყენებულ იქნა რამდენიმე ენდოკრინოლოგიური დაავადების კლინიკური მონაცემების დამუშავებისთვის. მიღებული ასოციაციური წესების საფუძველზე აგებულ იქნა სამედიცინო ინტელექტუალური სისტემის ცოდნის ბაზა, რომელიც განკუთვნილია ენდოკრინოლოგიური დაავადებების დიაგნოსტიკისთვის.
2. განხილულია დაავადებების დიაგნოსტიკების ინტელექტუალური სისტემა, რომელიც იყენებს სამედიცინო ცოდნას და რომელსაც გააჩნია სწავლების უნარი. ცოდნის მოდელის როლში გამოიყენება სემანტიკური ქსელი, რომელიც წარმოდგენილია მიმართების მატრიცის სახით. ქსელიც და მატრიცაც განსაზღვრავს კავშირს სიმპტომებსა და მათ გამომწვევ მიზეზებს შორის. ქსელის რკალებს და შესაბამის მატრიცას ენიჭება წონითი კოეფიციენტები. ეს კოეფიციენტები ყალიბდება სასწავლო პროცესში. დიაგნოზის დადგენის შესახებ გადაწყვეტილების მისაღებად გამოიყენება ვექტორის წრფივი გარდაქმნა, რომელიც განსაზღვრავს სიმპტომების არსებობას დაავადების მატრიცის მეშვეობით. გადაწყვეტილების მისაღებად აგრეთვე გამოიყენება მეთოდი რომელიც ეყრდნობა არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიას. ეს მეთოდები იყო გამოყენებული პირველადი თავის ტკივილის დიაგნოსტიკის ამოცანის გადაჭრის მაგალითზე.

## **6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით**

### **1) ავტორი/ავტორები**

1. მ. მიქელაძე, ვ. რამიევსკი, ნ. ჯალიაბოვა, ნ. ანანიაშვილი, დ. რამიევსკი
2. ვ. რამიევსკი, მ. მიქელაძე, ნ. ჯალიაბოვა, დ. რამიევსკი, ი. ოკონიანი
3. ვ. რამიევსკი, მ. მიქელაძე, დ. რამიევსკი, ი. ოკონიანი
4. ვ. რამიევსკი, მ. მიქელაძე, დ. რამიევსკი, ი. ოკონიანი
5. ვ. რამიევსკი, მ. მიქელაძე, ნ. ჯალიაბოვა, დ. რამიევსკი, ი. ოკონიანი
6. ნ. ანანიაშვილი
7. Natela Ananiashvili

### **2) სტატიის სათაური, ISSN**

1. „ინფორმაციის ღირებულების შეფასება ხელოვნური ინტელექტის მოდელის სისტემაზე“, ISSN 0135-0765
2. „სამედიცინო დიაგნოსტიკების ინტელექტუალურ სისტემასთან ბუნებრივ ენაზე ურთიერთობის ამოცანა“, ISSN 0135-0765

3. „სასწავლო ნეირონული ქსელების გამოყენება დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემების შექმნისას“, ISSN 0135-0765
4. “მცირე და საშუალო ზომის უმცირესი დაფარვის ამოცანების ამოხსნის ერთი მარტივი ალგორითმის შესახებ”, ISSN 0135--0765
5. „Solve Of A Problem Of Optimization Using Genetic Algorithms“, ISSN 1512-1232

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 25
2. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 25
3. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 25
4. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 25
5. gesj:computer sciences and telecommuni-ca-tions, No.1(59) [2021.04.30]

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, შპს „საჩინო“
2. თბილისი, შპს „საჩინო“
3. თბილისი, შპს „საჩინო“
4. თბილისი, შპს „საჩინო“
5. Technikal University, Reviewed Electronic Scientific Journal

5) გვერდების რაოდენობა

1. 5
2. 5
3. 6
4. 6
5. 8

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. განიხილება მოდელური სისტემა, რომელიც გამოიყენება ინფორმაციის ფასეულობის შეფასებისთვის. ამ მოდელის თანახმად ითვლება, რომ არის ამოცანა, თუ რომელიმე სისტემის მიმდინარე მდგომარეობა განსხვავდება მიზნობრივისგან, რომელიც უნდა მივაღწიოთ რაღაც ოპერატორების გამოყენებით. ნაჩვენებია, რომ ინფორმაციის, რომელიც მიმართულია მიზნის მისაღწევად არყოფნისას, ამოცანის ამოხსნა ხორციელდება ბრმა ძიების მეთოდით, რაც დაკავშირებულია დიდი გადარჩევით. ცხადია, რომ ინფორმაცია, რომელიც მიმართულია ამოცანის ამოხსნაზე, ამცირებს საშუალო სინჯების რაოდენობას სასურვილო მდგომარეობის მისაღწევად. ამიტომ ინფორმაციის ფასეულობა ამოცანის ამოხსნისას განისაზღვრება სინჯების რაოდენობის შემცირებით გადარჩევასთან შედარებით. ამოცანის გადაწყვეტა ხორციელდება როგორც დეტერმინირებულ ისევე ალბათურ შემთხვევისთვის.
2. განიხილება სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალურ სისტემასთან ურთიერთობა ბუნებრივ ენაზე. ამოცანის ამოსახსნელად გამოიყენება ფილმორის მიერ შეთავაზებული სიღრმისეულ დონეზე წარმოდგენილი მოვლენების აღწერის მეთოდი. სიღრმისეულ სტრუქტურას საფუძვლად უდევს მოქმედება „რომელიც არის მოვლენის ღერძი, წარმოდგენილი ზმნის სახით. წინადადებაში გამოიყოფა მოქმედების აგენტი, მოქმედების ობიექტი, მოქმედების ადრესატი და ა.შ. სემანტიკურ დონეზე წარმოდგენილი ამგვარი წინადადებები სტანდარტული სახით შეტანილია ცოდნის ბაზაში. შესასვლელი წინადადების გასაგებად, აუცილებელია ზედაპირული დონიდან სიღრმისეული სტრუქტურების დონეზე გადასვლა.

3. განიხილება დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემების შექმნის ზოგადი ამოცანა სასწავლო ნეირონული ქსელების გამოყენებით. ნეირონული ქსელის რკალებს ენიჭება წონითი კოეფიციენტები, რომლებიც განსაზღვრავენ დასკვნისადმი ნდობის ხარისხს. ეს კოეფიციენტები ყალიბდებიან სასწავლო პროცესში და განმარტავენ დარღვევებსა და მათ გამომწვევ მიზეზებს შორის დამოკიდებულებას. ნეირონული ქსელის დასწავლა ხორციელდება სასწავლო ამონაკრეფის გამოყენებით. დასწავლის პროცესში ყალიბდება ე. წ. დისკრიმინანტული ფუნქცია, რომელიც მომავალში გამოიყენება ახალი ობიექტების დიაგნოსტიკისათვის. დიაგნოსტიკური სისტემის სწავლების პრინციპი ნაჩვენებია მაგალითზე, რომელიც არ არის მიბმული რაიმე ობიექტზე.

4. დაფარვის ამოცანები დისკრეტული ოპტიმიზაციის კარგად ცნობილი ამოცანებია. ისინი მიეკუთვნებიან NP-რთული ამოცანების კლასს. ამ ამოცანების ამოხსნა მისაღებ დროში მეტად მნიშვნელოვანია, რაგან დაფარვის ამოცანაზე მიიყვანება დისკრეტული ოპტიმიზაციის ბევრი ამოცანა. პრაქტიკაში დაფარვის ამოცანები წარმოიშებიან მომსახურების პუნქტების განთავსებისას, ინფორმაციული ძიების სისტემებში, ტრანსპორტის დანიშვნისას, ქსელების დიაგნოსტიკისას, ასევე რესურსების განაწილების დაგეგმვისას გლობალურ გამოთვლით ქსელებში. ამ ამოცანების ამოხსნისას მთავარი მოთხოვნა ალგორითმების ოპერატიული მუშაობა და მიღებული ამონახსნის სიზუსტეა, მიახლოებითი ამონახსნის მიღების შემთხვევაში კი, მინიმალური ცდომილება ზუსტ ამონახსნთან შედარებით. უმცირესი დაფარვის ამოცანის კერძო შემთხვევას წარმოადგენს უმცირესი დაყოფის ამოცანა. ამოხსნის მეთოდების ნაწილი ხშირად შემუშავებულია დაყოფის ამოცანის ამოხსნელად და შემდეგ ხდება მათი განვრცობა დაფარვის ამოცანისათვის.

ამ ამოცანების ამოხსნის ყველა არსებული ალგორითმების ბირთვს წარმოადგენს ამონახსნების სრული ან ნაწილობრივი გადარჩევა. გადარჩევის სტრატეგია სხვადასხვა ალგორითმში ხორციელდება სხვადასხვაგვარად. საუკეთესო ამონახსნის საძიებლად, სრულდება ამოცანის პარამეტრების ყველა შესაძლო მნიშვნელობების მიმართული, შემთხვევითი ან კომბინირებული გადარჩევა. წინამდებარე ნაშრომში შემოთავაზებულია მარტივი ალგორითმი, რომელიც გულისხმობს გარკვეული შესაძლო ვარიანტების გადარჩევას.

მიმდინარე ნაშრომში შემოთავაზებულია მარტივი ალგორითმი, რომელიც ახდენს დამფარავი სიმრავლეების ნაწილობრივ გადარჩევას. შემოთავაზებული ალგორითმი ეფექტურად მუშაობს მცირე და საშუალო ზომის დაფარვის ამოცანებისათვის.

5. ოპტიმიზაციის ამოცანების ამოხსნის მთავარი სირთულე მდგომარეობს ფუნქციების არაწრფივობაში და ამოცანების ზომებში. ოპტიმიზაციის კლასიკური ალგორითმების და მათი მოდიფიკაციების უმეტესობა ძიებას იწყებს საძიებელ სივრცეში აღებული ერთი რომელიმე საწყისი წერტილიდან, შემდეგ ამონახსნი თანდათან უმჯობესდება. ასეთი მიდგომის ნაკლი მდგომარეობს იმაში, რომ საჭირო ხდება მიზნის ფუნქციის პირველი ან უფრო მაღალი რიგის წარმოებულის გამოთვლა, ამასთან შესაძლოა ძიება დასრულდეს ლოკალურ მინიმუმში. გენეტიკური ალგორითმები ძიებას ერთდროულად რამოდენიმე მიმართულებით აწარმოებენ. ერთი პოპულაციიდან მეორეზე გადასვლა კი უფრო მეტ საშუალებას გვაძლევს თავიდან ავიცილოთ ლოკალურ მინიმუმი მოხვედრა.

ნაშრომში შემოთავაზებულია ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის გენეტიკური ალგორითმი, რომელიც დაფუძნებულია კლასიკური გენეტიკური ალგორითმის ძირითად პრინციპებზე. აღწერილია აგრეთვე ვარგისიანობის ფუნქციის განსაზღვრის, სელექციის, შეჯვარებისა და მუტაციის რეალიზების თავისებური მიდგომები. ალგორითმი სტაბილურად კარგ შედეგებს გვიჩვენებს სატესტო ამოცანებზე.

## 7. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.3. კრებულები

1) ავტორები

1.

2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 7.4. სტატიები

##### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

##### 2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

- 1.
- 2.

##### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

##### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

#### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

### 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

#### 8.1. საქართველოში

##### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. მ. მიქელაძე
2. ვ. რამიევსკი

##### 2) მოხსენების სათაური

1. “ასოციაციების მიერ მეთოდის გამოყენება სამედიცინო დიაგნოსტიკის ამოცანებში”
2. „სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემა, რომელიც იყენებს ცოდნას და რომელსაც გააჩნია დასწავლის უნარი“

##### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. თბილისი, 20-22 მაისი 2021 წ.
2. თბილისი, 20-22 მაისი 2021 წ.

#### 8.2. უცხოეთში

##### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

##### 2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

##### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

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

სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტსა და თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ბავშვთა და მოზარდთა მედიცინის დეპარტამენტს შორის გაფორმებულია ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმი. მემორანდუმის ფარგლებში სამედიცინო დარგში პროექტის კონსულტანტია ყ. ფაღავა, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ბავშვთა და მოზარდთა მედიცინის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი.

მიმართულება – ენერგეტიკის პრობლემები

### ვახტანგ გომელაურის სახელობის ენერგოსისტემების სტრუქტურისა და ენერგოდანადგარების ოპტიმიზაციის განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. 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

ინჟინერია და ტექნოლოგიები ,

მექანიკური ინჟინერია, თერმოდინამიკა, ელექტროინჟინერია,

## 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

### 1. 2021-2023

### 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. თ. მაგრაქველიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი, ტ.მ.დ.
2. ხ. ლომიძე - ამოცანა 1-ის ხელმძღვანელი, მეცნიერ-თანამშრომელი
3. მ. ჯანიკაშვილი - შემსრულებელი, მეცნიერ-თანამშრომელი
4. ი. არჩვაძე - შემსრულებელი, მეცნიერ-თანამშრომელი
5. გ. გიგინეიშვილი - ამოცანა 2-ის ხელმძღვანელი, უფროსი მეცნ. თანამშრომელი
6. ა. მიქაშავიძე - შემსრულებელი, მეცნიერ-თანამშრომელი
7. ტ. კობერიძე - შემსრულებელი, უფროსი ინჟინერი

### **გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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. კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ მომავალი ორი ათწლეულის განმავლობაში ელექტროენერგიაზე მოთხოვნილების მკვეთრი ზრდის გამო საჭირო იქნება ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში სიმძლავრეების ყოველწლიური ზრდა დაახლოებით 5%-ით.

**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.

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

### 3.1.

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

1. ვერტიკალური მილის გარე ზედაპირზე ჩამომდინარე წყლის აფსკში თბოგაცემაზე ხელოვნური ხორკლიანობის გავლენის ექსპერიმენტული გამოკვლევა. ინჟინერია და ტექნოლოგიები.

FR-19-3034

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2020-2023

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

თ. მაგრაქველიძე, პროექტის ხელმძღვანელი;

ტ. კობერიძე, კოორდინატორი;

გ. გიგინეიშვილი, მკვლევარი;

ა. მიქაშავიძე, მკვლევარი;

ბ. ლომიძე, მკვლევარი

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

აწყობილია ექსპერიმენტული დანადგარი სათანადო ელექტროკვებისა და გაზომვების სისტემებით. დანადგარი საშუალებას იძლევა ექსპერიმენტები ჩატარდეს როგორც ღია, ისე ჩაკეტილი კონტურების პირობებში რეინოლდსისა და პრანდტლის რიცხვების საკმაოდ ფართო დიაპაზონში.

შეიქმნა ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავების პროგრამა.

მიღებულია გლუვი და ორგანოზომილებიანი ხორკლიანობის მქონე ვერტიკალურ ზედაპირებზე ჩამომდინარე წყლის აფსკის თბოგაცემის კოეფიციენტის ექსპერიმენტული მონაცემები.

ექსპერიმენტების შედეგად დადგენილია, რომ ჩამოდინების ლამინარულ რეჟიმში ზედაპირის ხორკლიანობა არ ახდენს გავლენას თბოგაცემაზე. გარდამავალ და ტურბულენტურ რეჟიმებში ხორკლიანობის გავლენა მნიშვნელოვანია. კერძოდ, ხორკლიანი ზედაპირის ინტენსიურობა დაახლოებით 3.5-ჯერ აღემატება გლუვი ზედაპირის თბოგაცემის ინტენსიურობას.

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

1.  
2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.  
2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.  
2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

4.2.

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

1.



2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1.

2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

6.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

6.3. კრებულები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. თ. მაგრაქველიძე, გ. გიგინეიშვილი, ა. მიქაშავიძე, ტ. კობერიძე, ხ. ლომიძე.
2. თ. მაგრაქველიძე, ხ. ლომიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩვაძე.

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. ზედაპირის ხორკლიანობის ტიპის გავლენა თბოგაცემის ინტენსიფიკაციაზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს. ISSN 0135-0765
2. „ჰკვიანი“ ქსელები და მაგენერირებელი ელექტროსადგურების სტრუქტურა. ISSN 0135-0765

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 25
2. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № 25

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი. შ.პ.ს „საჩინო“
2. თბილისი. შ.პ.ს „საჩინო“

5) გვერდების რაოდენობა

1. 7 გვ.
2. 6 გვ.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. სტატიაში წარმოდგენილია ვერტიკალურ მილზე ჩამომდინარე წყლის აფსკში თბოგაცემის ინტენსიურობაზე ორგანოზომილებიანი, პირამიდული და მათი კომბინირებით შექმნილი ხორკლიანობის გავლენის ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგები.

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ თბოგამცემ ზედაპირზე თანაბრად განაწილებული წაკვეთილი პირამიდის ფორმის მქონე შვერილებით შექმნილი ხორკლიანობის ( $h=0.25$  მმ) ეფექტი, თბოგაცემაზე რეინოლდსის რიცხვის შედარებით დაბალი მნიშვნელობების დროს, პრაქტიკულად ნულის ტოლია, ხოლო რეინოლდსის რიცხვის ზრდის შედეგად ეფექტი იზრდება და როდესაც  $Re > 10^4$ , აღნიშნული ეფექტი ისეთივეა, როგორც ორგანოზომილებიანი (მილზე სპირალურად დახვეული მავთული,  $h=0.5$  მმ,  $s/h=10$ ) ხორკლიანობის შემთხვევაში.

დადგენილია, აგრეთვე, რომ ზედაპირზე შექმნილი კომბინირებული ხორკლიანობის (პირამიდული + სპირალი) გავლენა თბოგაცემის ინტენსიურობაზე, ჩვენ მიერ გამოკვლეული რეინოლდსის მთელ დიაპაზონში, აღემატება როგორც პირამიდული, ისე ორგანოზომილებიანი ხორკლიანობით გამოწვეულ ეფექტს.

2. სტატიაში ნაჩვენებია ე.წ. „ჭკვიანი“ ქსელების დიდი უპირატესობა დღეს არსებულ ქსელებთან შედარებით, რომელიც გულისხმობს გამოუმუშავებისა და მოხმარების გრაფიკის დაყოფას ბაზისურ და პიკურ ნაწილებად და ამის შედეგად ძვირად ღირებული პიკური ელექტროსადგურების მშენებლობას.

სათანადო ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ „ჭკვიანი“ ქსელების არსებობის პირობებში რადიკალურად იცვლება ქვეყანაში მაგენერირებელი ელექტროსადგურების სტრუქტურა. „ჭკვიანი“ ქსელები პრაქტიკულად გამორიცხავს ახალი პიკური ელექტროსადგურების აშენების აუცილებლობას. ამასთან, საჭირო იქნება წყალსაცავიანი ჰესების აშენება რომლებიც იმუშავებენ ბაზისურ რეჟიმში.

„ჭკვიანი“ ქსელების არსებობის პირობებში შესაძლებელი იქნება საქართველოში არსებული, როგორც ე.წ. ტრადიციული, ისე არატრადიციული ენერგორესურსების ათვისების გზით, პრაქტიკულად მთლიანად იქნეს დაკმაყოფილებული ელექტროენერგიაზე მოთხოვნილება.

## 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 7.2. სახელმძღვანელოები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.3. კრებულები

1) ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა**

**8.1. საქართველოში**

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

**8.2. უცხოეთში**

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. გ. გიგინეიშვილი

2) მოხსენების სათაური

1. თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია ვერტიკალურ მილზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

მაისი, 2021 (პანდემიის გამო გადაიდო 2022 წლის მაისში)

მინსკი. ვ. ლიკოვის სახელობის სითბოსა და მასის გადაცემის ინსტიტუტი

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

2021 წელს სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტსა და თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ბავშვთა და მოზარდთა მედიცინის დეპარტამენტს შორის გაფორმდა ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმი, რომლის თანახმად, მხარეები ახორციელებენ ინფორმაციის გაცვლას გამოსაკვლევი იშვიათი დაავადებების შესახებ (სამედიცინო კლინიკური მონაცემები, დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის პროცესი) და აღნიშნული პროცესების კომპიუტერული მოდელირებისა და შესაბამისი სამკურნალო დიაგნოსტიკური მხარდამჭერი სისტემის შემუშავების შესახებ. მხარეები აგრეთვე თანამშრომლობენ სამკურნალო დიაგნოსტიკური მხარდამჭერი სისტემის დანერგვასა და მის გამოყენებაში როგორც პედაგოგიურ პროცესში, ასევე უშუალოდ დაავადებების დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის გასაუმჯობესებლად.

მიმდინარე წლის აპრილში დიდ ბრიტანეთში ლონდონის გამომცემლობამ CRC Press. Taylor & Francis Group ინგლისურ ენაზე გამოსცა მონოგრაფია: „ეთიკის ოქროს წესი. დინამიკური თამაში - ბერჯეს წონასწორობაზე დაფუძნებული თეორიული ჩარჩო“ (The Golden Rule of Ethics A Dynamic Game-Theoretic Framework Based on Berge Equilibrium). წიგნის ავტორები არიან მეცნიერები - პროფესორი ვლადისლავ ჟუკოვსკი და აკადემიკოსი მინდია სალუქვაძე.

წიგნი ეძღვნება აკადემიკოს მინდია სალუქვაძის ხსოვნას, რომელიც მრავალი ათეული წელი წარმატებით ხელმძღვანელობდა ჯერ ინსტიტუტს, ხოლო შემდეგ ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს

<https://www.routledge.com/The-Golden-Rule-of-Ethics-A-Dynamic-Game-Theoretic-Framework-Based-on-Berge/Zhukovskiy-Salukvadze/p/book/9780367681791>

## კვანტური ფიზიკის და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტი

2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

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

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტი

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. CMS ექსპერიმენტის დეტექტორების განახლება და მათი ექსპლუატაცია დიდ ადრონულ კოლაიდერზე CERN-ში. ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა.

2. COMET ექსპერიმენტი (KEK, J-PARC, იაპონია). ბირთვული და ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2015 - 2024

2. 2015-2025

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

*კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. CMS ექსპერიმენტის დეტექტორების განახლება და მათი ექსპლუატაცია დიდ ადრონულ კოლაიდერზე CERN-ში. ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა.

2. COMET ექსპერიმენტი (KEK, J-PARC, იაპონია). ბირთვული და ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2015-2024

2. 2015-2025

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.
  1. ადამოვნი გიორგი (პროგრამირება, მოდელირება, ანალიზი)
  2. ბადათურია იური (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია, ოპერირება)
  3. გოგილიძე სოსო (თეორიული ანალიზი)
  4. ლომიძე დავით (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია, ოპერირება)
  5. ლომიძე ირაკლი (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია, ოპერირება)
  6. იაშვილი აბესალომ (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია, ოპერირება)
  7. კემულარია ოთარ (დეტექტორების დიზაინი, მოდელირება)
  8. მელქაძე ალექსანდრე (დეტექტორების დიზაინი მოდელირება)
  9. მესტვირიშვილი ალექსი (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია ოპერირება)
  10. ტორიაშვილი თენგიზი (მოდელირება, ანალიზი)
  11. ჩოხელი დავით (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია ოპერირება, ანალიზი)
  12. წამალაიძე ზვიად (დეტექტორები, ოდელირება, ანალიზი)
  13. წერომე სალომე (დეტექტორების დიზაინი, მოდელირება)
  14. ხვედელიძე არსენი (თეორიული ანალიზი)
  
2.
  1. აბრამიშვილი რომანი (მოდელირება, ანალიზი)
  2. ადამოვნი გიორგი (პროგრამირება, მოდელირება, ანალიზი)
  3. ბადათურია იური (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია, ოპერირება)
  4. კემულარია ოთარი (დეტექტორების დიზაინი, მოდელირება)
  5. ლომიძე დავით (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია, ოპერირება)
  6. ლომიძე ირაკლი (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია, ოპერირება)
  7. მელქაძე ალექსანდრე (დეტექტორების დიზაინი, მოდელირება)
  8. ტორიაშვილი თენგიზი (მოდელირება, ანალიზი)
  9. ჩოხელი დავით (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია, ოპერირება, ანალიზი)
  10. წამალაიძე ზვიად (დეტექტორები, ანალიზი)
  11. წვერავა ნიკოლოზ (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია, ოპერირება)
  12. წვერავა მარიამი (მოდელირება, ანალიზი)
  13. ხვედელიძე არსენ (თეორიული ანალიზი)

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

ისევე როგორც წინა წლებში, 2021 წელსაც კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტი აგრძელებს აქტიურად მუშაობას 2 მიმართულებით, CMS (CERN, LHC, Switzerland)) და COMET (KEK, J-PARC, Japan) ექსპერიმენტებში.

1.

### CMS ექსპერიმენტი.

#### ადრონული კალორიმეტრის მომზადება 2022 წლისთვის

COVID-19 პანდემიით გამოწვეული შეფერხებების შემდგომ დიდი ადრონული კოლაიდერის და CMS ექსპერიმენტის გაშვება დაგეგმილი იქნა 2022 წლის მაისში. თითქმის ერთწლიანი შეზღუდული მოქმედებების



შემდგომ, CMS ექსპერიმენტის ადრონული კალორიმეტრის გაუმჯობესების ძირითადი სამუშაოები გადაიდო 2021 წლისთვის. ასევე დაიგეგმა საფუძვლიანი შემოწმება.

### **CMS ექსპერიმენტის წინა (HF) კალორიმეტრის გადაყვანა მულტი რეჟიმულ საკონტროლო კავშირზე**

წინა კალორიმეტრის გაუმჯობესების ერთ-ერთი უმთავრესი მიზანი იყო მისი მრავალ რეჟიმთან საკონტროლო კავშირზე გადაყვანა, რაც კალორიმეტრის გაცილებით მდგრად ოპერირების საშუალებას იძლევა. წინა კალორიმეტრი შედგება ორი დეტექტორისგან და განლაგებულია ექსპერიმენტის მინუს და პლიუს მხარეს (HF+ და HF-). თითოეულ დეტექტორს 8 საკონტროლო კავშირი აქვს. თითოეული საკონტროლო კავშირი მართავს 9 ანალოგურ ციფრულ გადაყვან მოდულს (შემდგომში QIE - Charge Integration and Encoding). თითო QIE მოდული მონაცემებს იღებს კალორიმეტრის 24 არხიდან. საკონტროლო კავშირი აერთებს ე.წ. საკონტროლო მოდულს უნივერსალური მიმღებ-გადამცემი მოდულების მეშვეობით სპეციალურ საკონტროლო მოდულთან (შემდგომში FEC - Front End Controller მოდული). FEC მოდული ცენტრალური სისტემიდან იღებს ამჩქარებლის ტაქტურ სიხშირეს და ბრძანებებს კალორიმეტრის ელექტრონიკის ფუნქციონირებისთვის. საკონტროლო ელექტრონიკა შესრულებულია დიდი დასაპროგრამებელი მიკროსქემების (შემდგომში FPGA - Field Programmable Gate Array) მეშვეობით. სპეციალური პროგრამების (შემდგომში FW - Firmware - ფირმვეარი) ჩატვირთვით მიკროსქემებს შეუძლიათ იმუშაონ სხვადასხვა რეჟიმში.

ბრძანებების და ტაქტური სიხშირის გადაცემა ხორციელდება ოპტიკური ბოჭკოების საშუალებით. გადაცემი მოდულის აქტიური ელემენტია ნახევარგამტარული ლაზერი, მიმღები - ფოტოდiodი. 2021 წლამდე HF კალორიმეტრის საკონტროლო კავშირები დამყარებული იყო მონო რეჟიმთან ბოჭკოებზე და უნივერსალურ გადაცემ მიმღებ მოდულებზე.

საკონტროლო კავშირების გაუმჯობესება დაიგეგმა, რათა HF კალორიმეტრი თავსებადი გახდეს მომავალში დაგეგმილ საკონტროლო და მონაცემების ამღებ ელექტრონიკასთან. ამასთანვე, მრავალ რეჟიმანი საკონტროლო კავშირები საგრძნობლად აუმჯობესებს ელექტრონიკის ფუნქციონირებას.

გაუმჯობესებისთვის შექმნილი იქნა სპეციალური ფირმვეარი, რომელიც უზრუნველყოფდა მრავალ რეჟიმულ გადაცემ მიმღები მოდულების და ასევე მრავალ რეჟიმული ოპტიკური ბოჭკოების გამოყენებას.

დეტექტორზე შეიცვალა 16 მონო რეჟიმული მიმღებ გადაცემი მოდულები, გაყვანილ იქნა 120 მეტრიანი მრავალ რეჟიმანი ოპტიკური ბოჭკოები. მონაცემთა აღების სისტემაში, FEC მოდულებშიც ჩატვირთული იქნა სპეციალური ფირმვეარი და შეიცვალა გადაცემ-მიმღები მოდულები. ყველა გადაცემ-მიმღები მოდული, 16 დეტექტორისთვის და 16 FEC მოდულისთვის წინასწარ იქნა შემოწმებული სპეციალურ სატესტო სადგურზე, რომელიც შეიქმნა სპეციალურად.

### **ადრონული კალორიმეტრის შუა ნაწილის (შემდგომ HB - Hadron Barrel) მომზადებაში მონაწილეობა**

დასრულდა HB კალორიმეტრის მომზადება საპილოტე სხივებისთვის, რომელიც 2021 წლის ოქტომბერ-ნოემბერში მოეწყო. მცირე ხარვეზების აღმოფხვრის შემდგომ კალორიმეტრმა აჩვენა შესანიშნავი მზადყოფნა 2022 წლისთვის დაგეგმილი პროტონების შეჯახებისთვის.

**მაღალი გრანულირების კალორიმეტრის (შემდგომში HGCAL) შექმნაში და ასოცირებულ კვლევებში მონაწილეობა**

2021 წლის განმავლობაში ასევე გრძელდებოდა HGCAL კალორიმეტრის კვების სამუშაოს ჯგუფის შეხვედრები, ასევე სილიკონური ფოტოგამამრავლებლების სამუშაო ჯგუფის შეხვედრები, სადაც ვიხილავდით მიმდინარე სამუშაოებს და არსებული პრობლემების გადაჭრის გზებს

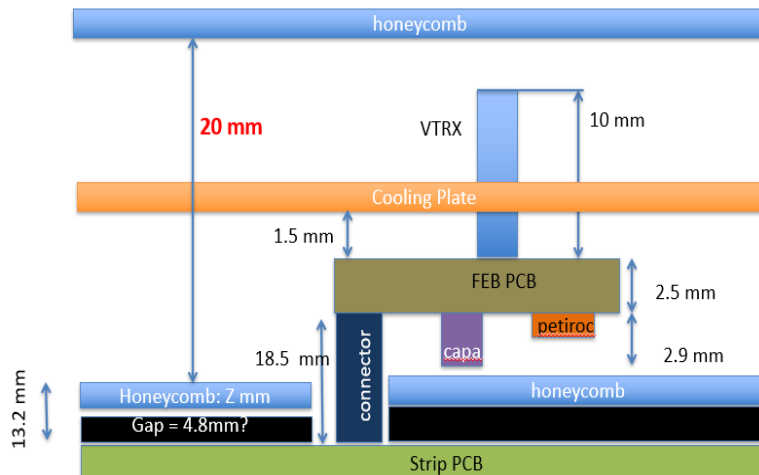
### საპილოტე სხივების დროს ცვლებში მონაწილეობა

საპილოტე სხივების დროს და ადრონული კალორიმეტრის გაუმჯობესების შემდგომ შემოწმების დროს მონაწილეობას ვიღებდით ცვლებში კალორიმეტრის ექსპერტის რანგში.

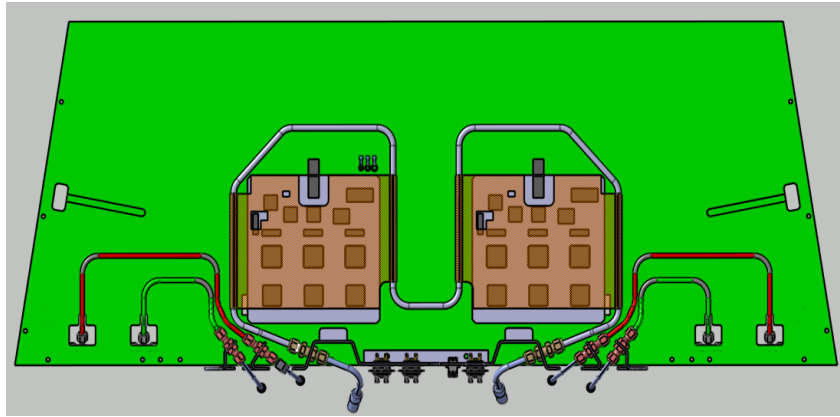
აქტიურად ვიღებდით მონაწილეობას სხვა და სხვა სამუშაო ჯგუფებში, სადაც ვიხილავდით W ბოზონების და ჰიგსის ნაწილაკის ორ მუონიანი დაშლის მოდის შესწავლის ანალიზს და შესაბამისი პუბლიკაციების მომზადებას.

### CMS ექსპერიმენტის RPC (Resistive Plate Chambers) სუბდეტექტორის ელექტრონიკის გაგრილების სისტემა

ადრონული კოლაიდერის განახლების პროექტი “High Luminosity LHC” -სთან დაკავშირებით, CMS ექსპერიმენტის სხვა სუბდეტექტორებთან ერთად, გათვალისწინებულია RPC სისტემის მოდერნიზაცია, კერძოდ: RPC-ს ელექტრონული მოწყობილობების შეცვლა, რაც დამატებით მოთხოვნას წაუყენებს ამ ელექტრონულ დაფებზე არსებული კომპონენტების მისაღებ ტემპერატურებზე მუშაობის პირობებს. ამისათვის, საჭირო გახდა შექმნილიყო გაგრილების სისტემა, რომელიც დააკმაყოფილებდა მოცემულ მოთხოვნებს როგორც გაგრილების თვალსაზრისით, ასევე გეომეტრიული თვალსაზრისით კამერებს შორის არსებულ შეზღუდულ მანძილთან და მარტივ ტექნიკურ მომსახურებასთან დაკავშირებით. ორ კამერას შორის არსებული მანძილი (20მმ) (**Error! Reference source not found.**), საკმაოდ რთულს ხდიდა გაგრილების სისტემის გეომეტრიის შექმნას მოცემული მოთხოვნების მიხედვით.

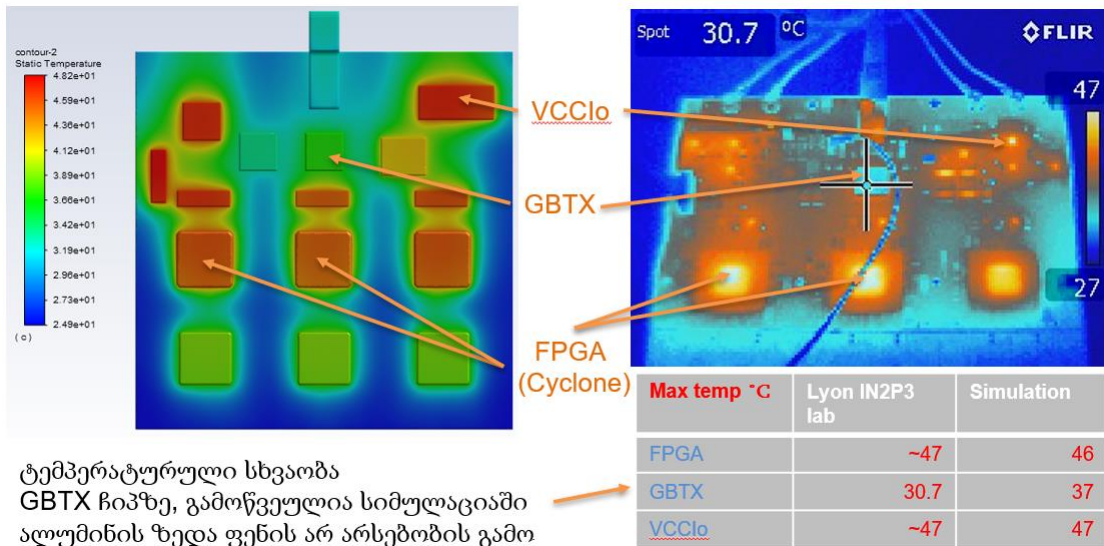


სურ. 1 კამერებს შორის არსებულ სივრცეში, ელექტრონიკის დაფისა და გაგრილების სისტემის კომპონენტების განაწილება



სურ. 2 RPC-ს გაგრილების სისტემის თავდაპირველი ვერსია

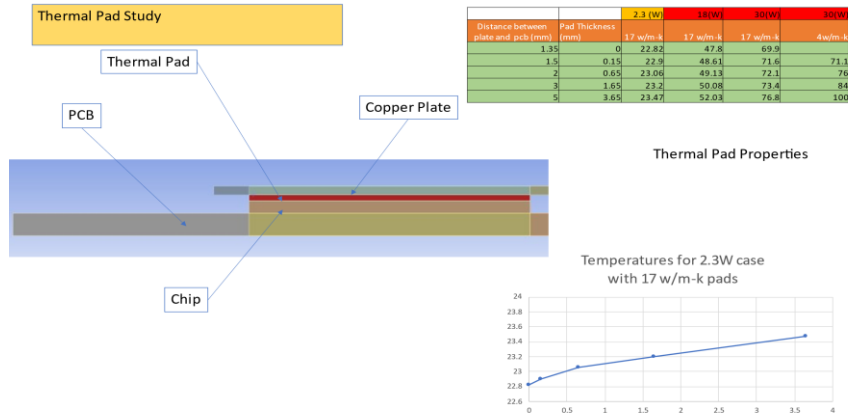
ელექტრონული დაფის სითბო-გამოყოფისა და გაგრილების სისტემის (სურ. 2) მუშაობის ანალიზისათვის, გამოვიყენეთ პროგრამათა პაკეტი Ansys-ს მოდულები, Transient Thermal და Fluent. განხორციელდა ელექტრონული დაფის კომპონენტების გათვლის მოდელის შემუშავება, შესაბამისი ენერგომომხმარების მონაცემების გათვალისწინებით, შემდგომი მოდელირებისთვის. ვინაიდან კვლევის მთავარი მიზანი, გაგრილების სისტემისა და მოდულების სხვა პარამეტრების ოპტიმალური კონფიგურაციების მოძებნაში მდგომარეობს, ოპტიმიზაციისათვის შეიქმნა მრავალ პარამეტრიანი მოდელი. მინიმიზაციის ფუნქცია  $T_{min} = \min F(x, y_n, \dot{V}, T_{in})$  სადაც  $x$  გაგრილების ფილის სისქეა (მმ),  $y_n$  - თერმული ბალიშების სისქე,  $n$  რიგითი ელექტრო კომპონენტისთვის, რომელიც ამ კომპონენტსა და გაგრილების ფილას შორის თავსდება, თბოგაცვლის გასაუმჯობესებლად,  $\dot{V}$  - წყლის მასური დინება (კგ/წთ), ხოლო  $T_{in}$  - შემავალი წყლის საწყისი ტემპერატურა (C). თერმული (სურ. 3) იმულაციის შედეგების ვალიდაციისათვის, განხორციელდა სიმულაციისა და თერმული ფოტოაპარატის მეშვეობით მიღებული თერმული რუკების სურათების შედარება (გაგრილების სისტემის არ არსებობის შემთხვევაში, სურ. 3, რამაც ცხადყო სიმულაციის მოდელის ვალიდურობა.



ტემპერატურული სხვაობა GBTX ჩიპზე, გამოწვეულია სიმულაციაში ალუმინის ზედა ფენის არ არსებობის გამო

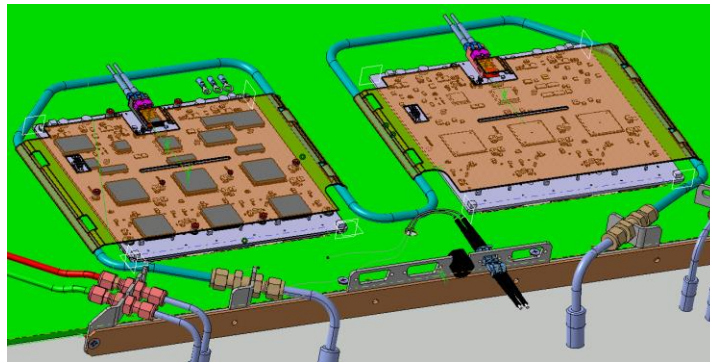
სურ. 3 ელექტრონული დაფის თერმული სიმულაციისა და თერმული კამერით მიღებული თერმული რუკის შედარება

მრავალპარამეტრული ოპტიმიზაციის შედეგების (სურ. 4) მიხედვით, შეირჩა გაგრილების სისტემის სასურველი პარამეტრები.



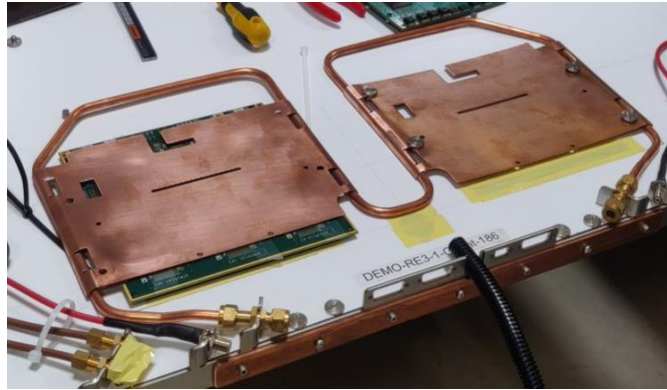
სურ. 4 მრავალპარამეტრული ოპტიმიზაციის შედეგები

გაგრილების ფილების დიზაინის შემუშავების პროცესში, რამდენიმე იტერაციის შემდეგ, შემუშავდა გაგრილების ფირფიტის საბოლოო სახე. შეიქმნა გაგრილების სისტემის საბოლოო ვერსიის CAD და შესაბამისი მუშა ნახაზები (სურ. 5) პროტოტიპების დასამზადებლად.



სურ. 5 RPC-ს გაგრილების სისტემის საბოლოო ვერსია

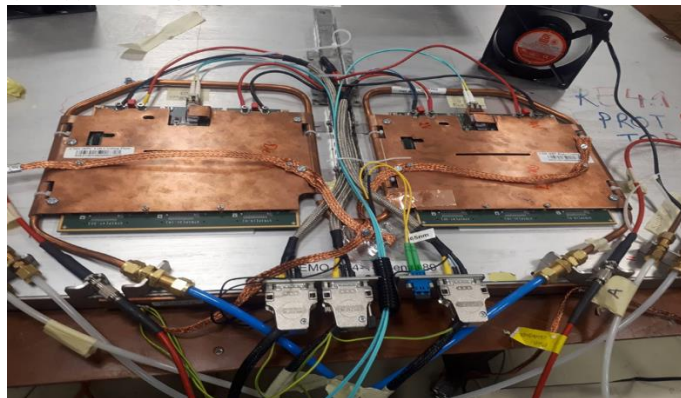
ამ ეტაპზე მიღებული ფორმების მიხედვით, შეიქმნა 10 პროტოტიპი, რომელთა გადაგზავნაც მოხდა CERN-ში, სადაც განხორციელდა გაგრილების მოდულების სატესტო სტენდზე ინსტალაცია, ელექტრონულ სისტემებთან ერთად, სურ. 6.



სურ. 6 გაგრილების სისტემის მორგება დეტექტორის კამერაზე (CERN, შვეიცარია).

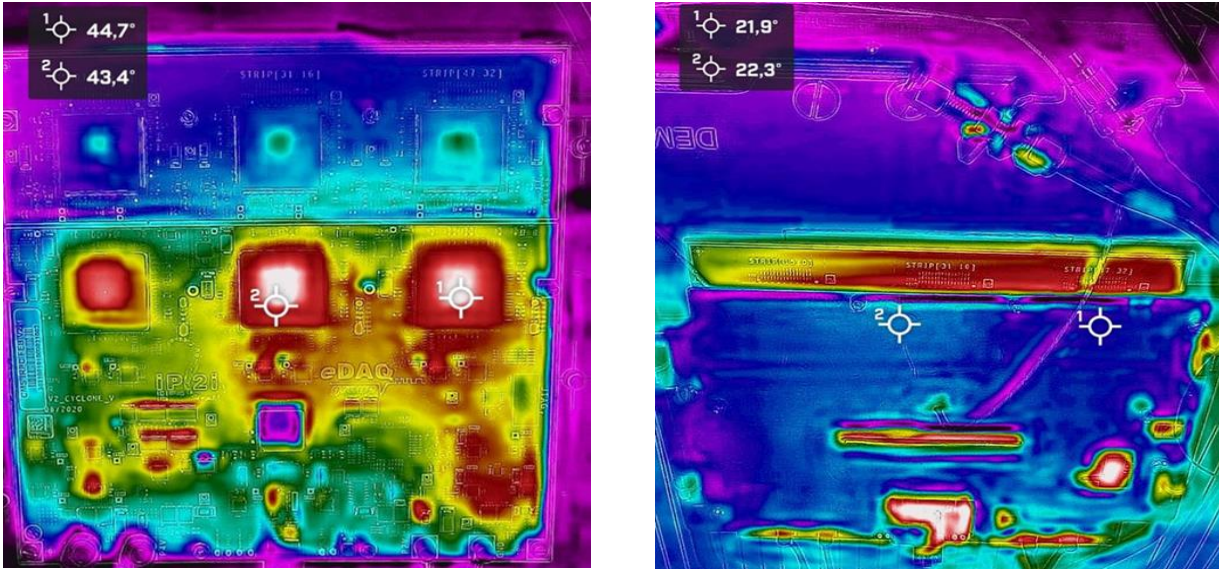
RPC ჯგუფის აქტივობა 2021 წელსაც განპირობებული იყო LHC კოლაიდერის ე.წ. ფაზა-II მუშაობის რეჟიმში გადასვლით და წარმოადგენდა CMS დანადგარზე წინა წლებში დაწყებული სამუშაოების ლოგიკურ გაგრძელებას (იხ. 2019-2020 წლების ანგარიში), ისეთის როგორიცაა,

**1. ახალი ელექტრონიკის გაცივების სისტემა.** წინა წელს შექმნილი დიზაინის და ტესტირების შედეგების მიხედვით უნივერსიტეტში დამზადდა 20 ცალი გაცივების სისტემა 10 ტესტური კამერის ელექტრონიკისათვის, რომლებიც გადაიგზავნა ცერნში და მოხდა მათი შემოწმება ახალ ელექტრონიკასთან ერთად მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმში, სურ. 7,8.



სურ. 7 RPC კამერის ახალი ელექტრონიკა და გაცივების სისტემა





სურ. 8 ელექტრონიკის გაცივების სისტემის მუშაობის შემოწმება თერმოკამერის გამოყენებით. მარცხნივ გაცივების გარეშე, მარჯვნივ გაცივებით. წყლის ტემპერატურა  $18^{\circ}\text{C}$  ტოლია.

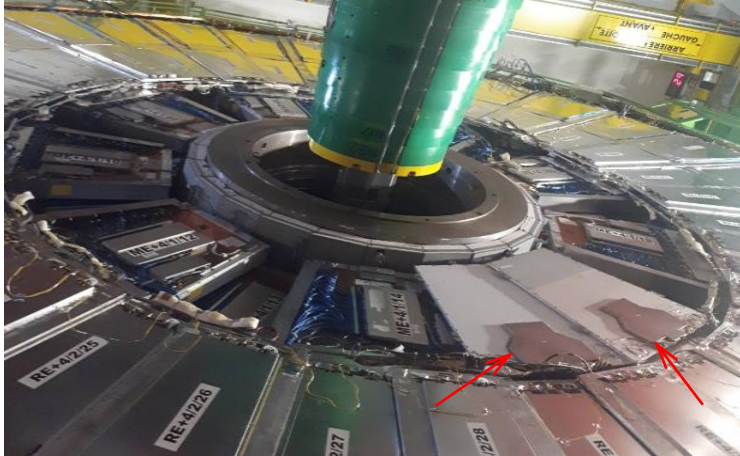
**2. კამერა-დემონსტრატორების ტესტირება.** RPC ჯგუფთან ერთად მომზადდა ორი ე.წ. კამერა-დემონსტრატორი (სურ. 9) (RPC + ელექტრონიკა + გაცივების სისტემა) RPC ჯგუფის დასაყენებლად. ეს კამერა-დემონსტრატორები დასაწყისში შემოწმდა ლაბორატორიაში კოსმოსური მუონების საშუალებით. შემდეგ კამერები გადატანილ იქნა GIF++ დანადგარზე, სადაც 3 კვირის განმავლობაში ხდებოდა მათი ყოველმხრივი შემოწმება და სამუშაო მახასიათებლების დადგენა  $100\text{-}150\text{ GeV}/c$  მუონების ნაკადით ინტენსიური რადიაციული ფონის პირობებში. მიუხედავად ელექტრონიკის მუშაობის პირობების მნიშვნელოვანი ცვლილებისა, გაცივების სისტემა მუშაობდა საიმედოდ და ტემპერატურას დადგენილ ფარგლებში ინარჩუნებდა ( $\leq 47^{\circ}\text{C}$ ).



სურ. 9 ახალი RPC კამერა-დემონსტრატორი GIF++ დანადგარზე (ნაჩვენებია ისრით).

**3. კამერა-დემონსტრატორების ინსტალაცია.** ყველა დაგეგმილი შემოწმების შემდეგ ორივე კამერა-დემონსტრატორი გადატანილ იქნა CMS დანადგარზე და დამონტაჟდა RE+4 რგოლზე, მოხდა მათი

პირველადი შემოწმება ლოკალური სისტემით. მიმდინარეობს სამუშაოები ამ კამერების CMS ექსპერიმენტის გლობალურ სისტემაში ჩასართავად, რის შემდეგაც დაიწყება მისი საბოლოო შემოწმება რეალურ პირობებში, სურ. 10.



სურ. 10 ორი RPC კამერა-დემონსტრატორის ინსტალაცია CMS ექსპერიმენტის დანადგარზე. ახალი ელექტრონიკა და გაცივების სისტემა მოთავსებულია ისრებით ნაჩვენები სახურავის ქვეშ.

**4. ცერნის GIF++ დანადგარზე ჩატარებული სამუშაოები.** ჩვენი ჯგუფი აქტიურად მონაწილეობდა ამ სამუშაოებში. ჩვენს მიერ შეთავაზებული და განხორციელებული იქნა მუონების ტესტური ნაკადის ტრიგერის ოპტიმიზაცია. თუ მანამდე მუონების და რადიაციული ფონი ცალ-ცალკე იზომებოდა, რაც მნიშვნელოვნად ზრდიდა გაზომვების დროს - მუონების ნაკადი იკავებს მთლიანი ციკლის მხოლოდ 25%, დანარჩენ დროს ნაკადზე მუშაობისას იკარგება, სურ. 11. ჩვენს სქემაში ეს გაზომვები ერთდროულად ხდებოდა მონაცემებში ტრიგერის ტიპის მითითებით - მუონების ნაკადების დროს სცინტილატორებით გამომუშავდებოდა ე.წ. „მუონების ტრიგერი“ (სურ.12), ხოლო დანარჩენ დროს მუშაობდა ე.წ. „შემთხვევითი ტრიგერი“ ფონის გასაზომად. ამ ახალმა სისტემამ წარმატებით იმუშავა და დაახლოებით 2-ჯერ შეამცირა გაზომვის დრო. RPC ჯგუფის გარდა ეს ახალი ტრიგერი ასევე გამოიყენეს მუონური სისტემის სხვა ჯგუფებმაც (ეკოგაზი, SCS RPC).



სურ. 11 SPS ამჩქარებლის მეორადი ნაკადების დროითი სტრუქტურა. წითელი ჰორიზონტალური ხაზებით ნაჩვენებია მუონების ნაკადის შესაბამისი დროის შუალედი





კრეიტში აწყობილი  
ოპტიმიზირებული  
მუონური ტრიგერი

მონაცემთა წაკითხვის  
სისტემა - VME კრეიტი  
TDC მოდულებით და  
კონტროლერით

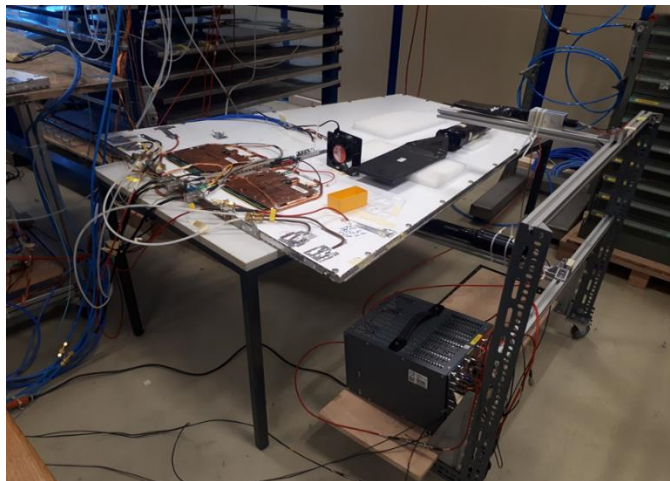
სურ. 12 მუონების ოპტიმიზირებული ტრიგერი GIF++ დანადგარზე მონაცემთა წაკითხვის სისტემასთან ერთად.

ჩვენმა ჯგუფმა ასევე აქტიური მონაწილეობა მიიღო GIF++ ის სეანსებში (14 მორიგეობა).

**5. 904-ე ლაბორატორიაში ჩატარებული სამუშაოები.** მუონური სისტემის ამ ბაზურ ლაბორატორიაში ხდება კამერების, ელექტრონიკის და გაცივების სისტემის პირველადი შემოწმება, საჭიროების შემთხვევაში კი მათ კონსტრუქციაში შესაბამისი ცვლილებების შეტანა. მიმდინარე წელს ჯგუფის მიერ ამ ლაბორატორიაში შემდეგი სამუშაოები შესრულდა:

- კოსმოსური მუონების ტრიგერი შექმნა (2 ცალი), სურ. 13.
- ახალი კამერების აწყობა, სხვადასხვა ტესტური გაზომვების ჩატარება
- კამერა დემონსტრატორების მომზადება ინსტალაციისთვის.

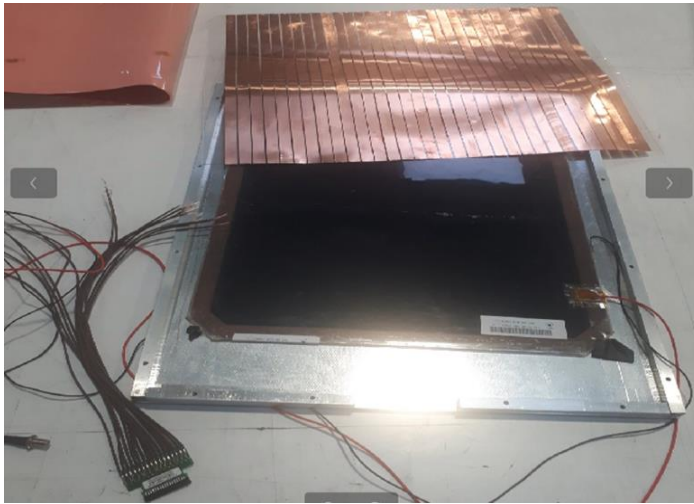
უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ლაბორატორიაში მიმდინარე გაზომვები აუცილებელი ეტაპია კამერების შემდგომში ტესტირებისთვის GIF++ ში, ან CMS დანადგარზე.



სურ. 13 ცერნის 904 ლაბორატორიაში კოსმოსური მიუონების ტრიგერი



**6. RPC კამერების ტესტირების ახალი მოდელის შეთავაზება და მონაცემების ანალიზში მონაწილეობა.** უნდა აღინიშნოს, რომ კამერების ნებისმიერი ტესტირება ხორციელდებოდა კამერის Front-End ელექტრონიკიდან მიღებული სტანდარტული სიგნალების და კამერაში გამავალი დენის ანალიზით. პირველადი, უშუალოდ კამერის სტრიპებიდან მოხსნილი ანალოგური სიგნალების დონეზე ანალიზი არ ხდებოდა. ჩვენ შევთავაზეთ კამერების მახასიათებლების გაზომვის ახალი მოდელი - არსებულ სისტემას ემატება ანალოგური სიგნალების მახასიათებლების (ამპლიტუდა და ფორმა) ნაწილი, რაც საშუალებას მოგვცემს უფრო დეტალურად შევისწავლოთ და ვაკონტროლოთ კამერაში მიმდინარე პროცესები. RPC ჯგუფის მიერ მიღებულ იქნა ეს შეთავაზება და დაიწყო მისი განხორციელება: მომზადდა მცირე ზომის ტესტური კამერა, სურ. 14. კეთდება ანალოგური სიგნალების მოხსნის ხაზი - სპეციალური გასართები, სწრაფი წრფივი გამამდიერებელი და ე.წ. დიგიტაიზერი (სიგნალების ფორმის ციფრული სახით მისაღებად). ასევე დავიწყეთ ამ სიგნალების ანალიზისთვის საჭირო პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა. ამ მეთოდოლოგიას ძირითადად გამოვიყენებთ GIF++ დანდგარზე როგორც ახალი ტიპის, ისე არსებული კამერების შესასწავლად.



სურ. 14 მცირე ზომის ტესტური კამერის აწყობა 904-ე ლაბორატორიაში

**7. EPR pledge-ების შესრულება.** ცერნის ექსპერიმენტებში მონაწილე ყველა სამეცნიერო ინსტიტუტმა უნდა შეასრულოს განსაზღვრული რაოდენობის სავალდებულო სამუშაოები ე.წ. EPR pledge (Experimental Physics responsibilities). მიმდინარე წელს ჩვენ (იური ბადათურისა და ირაკლი ლომიძეს) აღებული გვქონდა 4-4 pledge ვალდებულება (ჯამურად 8 pledge), რაც დღეისთვის მთლიანადაა შესრულებული.

## CMS Engineering & Integration

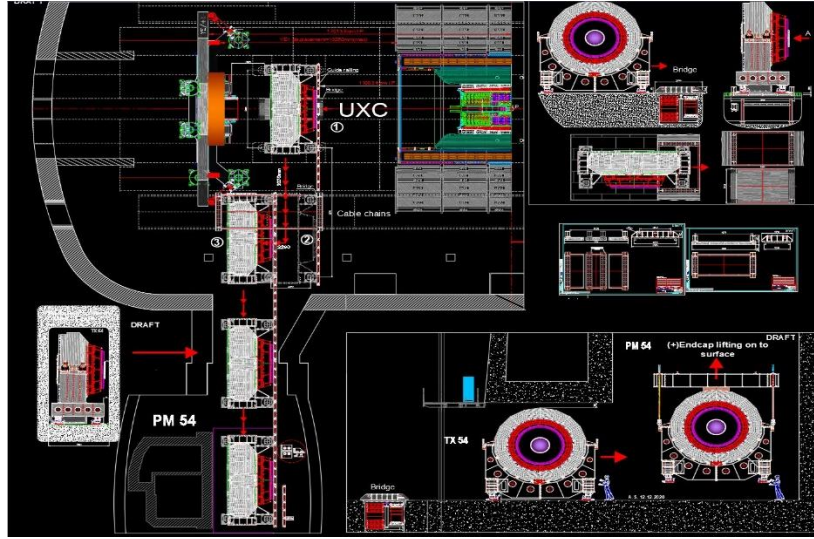
### CMS ექსპერიმენტის არსებული კალორიმეტრის შეცვლის პროექტი

#### (CERT – Calorimeter Endcap Replacement Tooling)

CMS ექსპერიმენტში, განახლების შემდეგ ეტაპზე დაგეგმილია არსებული კალორიმეტრის (HCal) ჩანაცვლება უფრო ზუსტი, მაღალი გრანულაციის (HGcal) კალორიმეტრით, სურ. 15.

გამომდინარე იქედან რომ ზემოხსენებული ორივე დეტექტორი არის რთული და ზუსტი დანადგარი, საჭიროა მიწისქვეშა ექსპერიმენტული დარბაზის სწორად მოწყობა, ნაბიჯების ზუსტი დაგეგმვა და შესაბამისი აღჭურვილობა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს არსებული კალორიმეტრის - რომლის წონაც არის 250 ტონა,

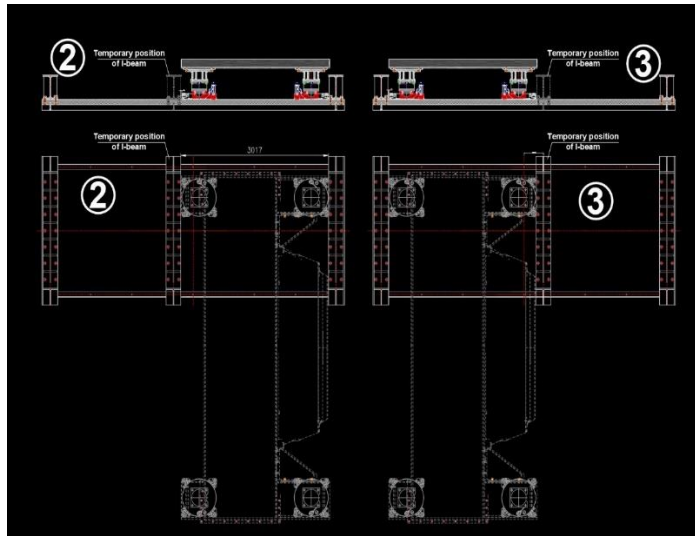
სწორი და უსაფრთხო დემონტაჟის და შემდეგ მისი ტრანსპორტირების საშუალებას - მიწისქვეშა დარბაზიდან ზედაპირზე ამოტანას.



სურ. 15 არსებული კალორიმეტრის დემონტაჟისა და ტრანსპორტირების სქემა

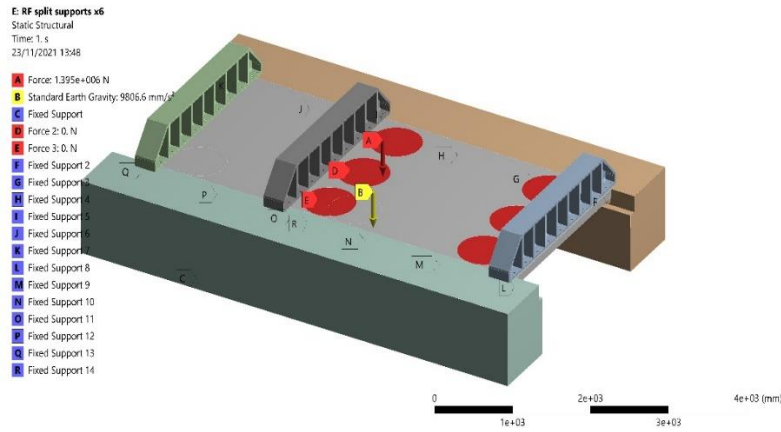
არსებული კალორიმეტრის დემონტაჟის აღჭურვილობაში, უდიდესი როლი ენიჭება მის სატრანსპორტო ჩარჩოს „აკვანს“ (Cradle), რომელიც იყენებს ჰაერის ბალიშების სისტემას, იატაკის ზედაპირთან ხახუნის ძალის შესამცირებლად რაც ხელს უწყობს მის შედარებით მარტივ გადაადგილებას.

ასევე გამომდინარე იქედან, რომ მიწისქვეშა ექსპერიმენტულ დარბაზში არის სპეციალური ტრანშეები, რომლებიც გამოიყენება როგორც კაბელების არხები, საჭირო გახდა მათთვის განკუთვნილი ხიდების პროექტირება, რადგან კალორიმეტრის დემონტაჟისა და ტრანსპორტირების დროს გვიწევს ამ ტრანშეებზე გავლა, რათა შემდეგ კალორიმეტრი მოხვდეს ერთ-ერთ შახტაში, რომელიც მიწისქვეშა ექსპერიმენტულ დარბაზს აკავშირებს ზედაპირთან, სურ. 16.



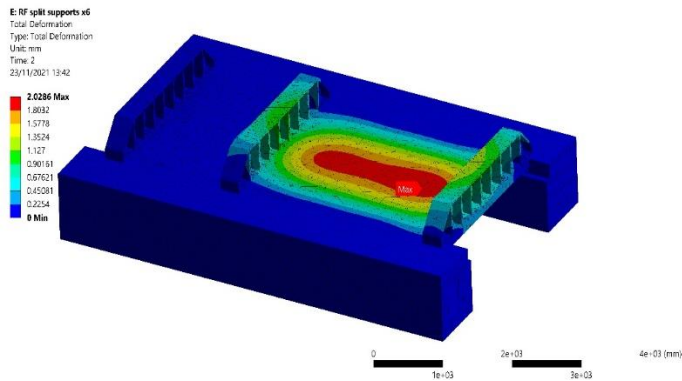
სურ. 16 ტრანშეაზე სამონტაჟო ხიდის ნახაზი

შესაბამისად, მოხდა ხიდების პროექტირება, 3D მოდელის აგება, მისი კონსტრუქციული სიმყარის შემოწმება და მისი ზომებისა და სამონტაჟო კვანძების მორგება ტრანშეებზე.



სურ. 17 ხიდის მოდელი სასრულ ელემენტთა მეთოდით გათვლისათვის

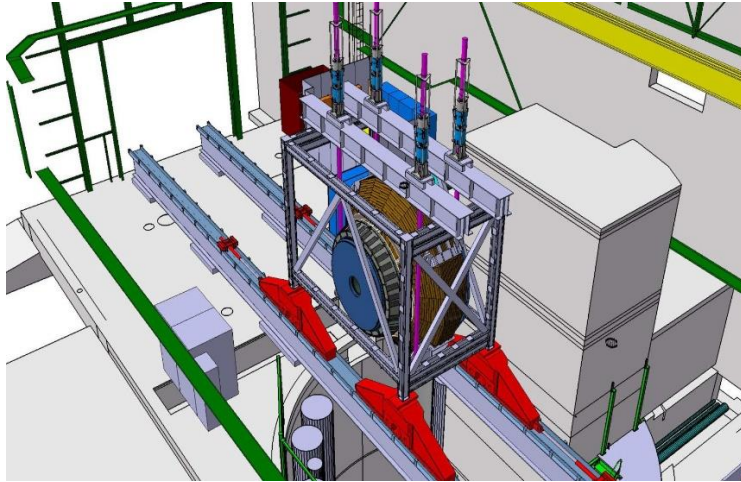
სასრულ ელემენტთა მეთოდით ხიდის კონსტრუქციის სიმულაციამ აჩვენა (სურ.17), რომ მოცემული დიზაინი აკმაყოფილებს დასმულ მოთხოვნებს, თანაბრად იღებს ზედაპირზე გადანაწილებულ დატვირთვას და მისი დეფორმაცია შეესაბამება ევროკოდის სტანდარტს (Eurocode EN 1993). მეტიც, შუა დამატებითი (დროებითი) სტრუქტურული ელემენტის გამოყენებით, მისი დეფორმაცია დადის მინიმუმამდე, რომელიც ასევე უზრუნველყოფს ზედაპირის ერთგვაროვნებას და ჰაერის ბალიშების სწორ მუშაობას, რაც მნიშვნელოვანია მისი სატრანსპორტო ჩარჩოს გადაადგილებისათვის, სურ. 18.



სურ. 18 მაქსიმალური დეფორმაცია ხიდის დატვირთვაზე

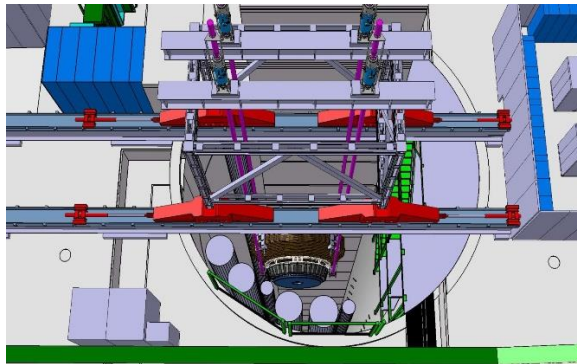
არანაკლებ რთული ამოცანა დგას ახალი კალორიმეტრის, HGcal-ის მონტაჟთან დაკავშირებით. გადასაჭრელია შემდეგი საკითხები: საჭიროა ახალი კალორიმეტრის, მიწისქვეშა ექსპერიმენტულ დარბაზში ტრანსპორტირებამდე, ნულოვან დონეზე მისი კონსტრუქციული მდგრადობისა და სიმყარის გამოცდა და ვერიფიკაცია, მისი წინასწარი, ნაწილობრივი აწყობა, რამდენიმე სხვადასხვა ტიპის დეტექტორის მონტაჟი, თერმული იზოლაციის პანელების ნაწილობრივი მონტაჟი და სპეციალური ამწეს სამაგრების მორგება, რომელიც შემდეგ ეტაპზე უზრუნველყოფს მის ტრანსპორტირებას მიწისქვეშა ექსპერიმენტულ დარბაზში.

გამომდინარე იქედან, რომ ახალი კალორიმეტრის მასა განსხვავდება ძველისაგან, უკვე არსებული აღჭურვილობა, რასაც გამოვიყენებთ არსებული კალორიმეტრის დემონტაჟის დროს, ახალ კალორიმეტრზე არ გამოდგება. ამას ასევე ემატება ის ფაქტორიც რომ გეომეტრიაშიც არის სხვაობა, განსხვავდება სამაგრები და სიმძიმის ცენტრი. ახალი კალორიმეტრის მასა არის 300 ტონა.



სურ. 19 ახალი კალორიმეტრის ნულოვან დონეზე გადაადგილების სქემა

დღეისათვის არსებული სიტუაციით, ახალი კალორიმეტრის მიწისქვეშ ჩაშვება (სურ. 19) იგეგმება შემდეგნაირად: მისი ნაწილობრივი აწყობის, ქვე-სისტემების მონტაჟის და დატვირთვის ტესტების შემდეგ, სპეციალურად მოწყობილი რელსიანი ამწეით მოხდება მისი გადატანა ეზოდან - შახტის თავზე, CMS ასაწყობ დარბაზში (Assembly hall). შახტის თავზე ზუსტი პოზიციის დაფიქსირების შემდეგ დაიწყება მისი ჩაშვება მიწისქვეშა ექსპერიმენტულ დარბაზში (**Error! Reference source not found.**)



სურ. 20 კალორიმეტრის ჩაშვება მიწისქვეშა ექსპერიმენტულ დარბაზში

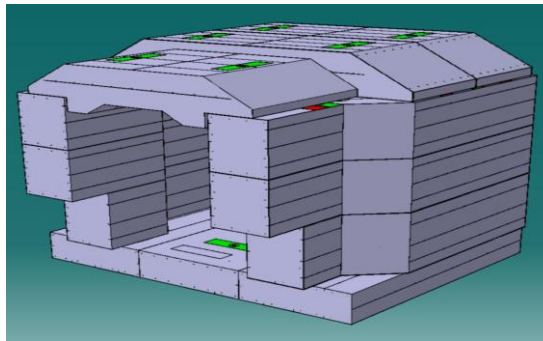
შემდეგი ეტაპი არის ახალი კალორიმეტრის მიწისქვეშა დარბაზში გადაადგილება და მისი ზუსტი მონტაჟი არაუმეტეს 0.5 მმ სიზუსტით. ამ საკითხზე მიმდინარეობს მუშაობა.



### CMS დეტექტორის ახალი რადიაციული ფარი (CMS New Forward Shielding)

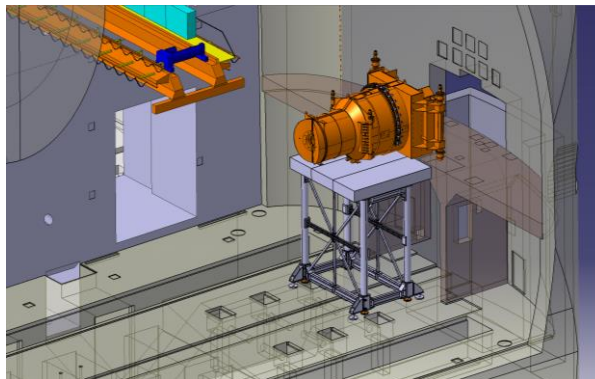
CMS დეტექტორის და ელემენტარული ნაწილაკების ნაკადის სიმძლავრის გაზრდასთან ერთად, წარმოიშვა რადიაციული, ნაწილაკებისაგან წარმოქმნილი ფონის, ხმაურის პრობლემა. ეს ნაწილაკები ამაჩქარებლის მუშაობასთან ერთად წარმოქმნილი თანამდევით პროცესია მაგრამ ამ შემთხვევაში ისინი შედარებით მაღალი სიმძლავრით, არასასურველი ადგილებიდან ხვდებიან დეტექტორის არეალში. შესაბამისად დეტექტორები აფიქსირებენ ამ „ზედმეტ“ ნაწილაკებსაც და ეს იწვევს არასასრულელო მონაცემების გენერაციას დეტექტორებზე დაკვირვების დროს.

ამისათვის დაისახა ახალი ფარის პროექტი, რომელიც შეაჩერებს და ჩახშობს გაუთვლელი ნაწილაკების წარმოქმნას და მათ გადაადგილებას. საწყისი მონაცემები აღებული იქნა CMS ექსპერიმენტის რადიაციული სიმულაციის დეპარტამენტის გათვლების მიხედვით და დადგინდა გამოსაყენებელი მატერიალის სიმკვრივე - რკინაბეტონი C 25/30 ბეტონი. მოცემულმა კონსტრუქციამ უნდა მოიცვას მთლიანად დეტექტორის ნაწილი „Rotating shielding“, რომელიც არის პირველი საფარი ამაჩქარებლის ნაკადის მილის (Beam pipe). ეს ასევე განმსაზღვრელია მისი ფორმისა და ზომისა, რომელიც საკმაოდ დიდი მოცულობაა. ასევე გათვალისწინებული იქნა მისი აწყობა და დაშლის ნაბიჯები. მის სამონტაჟოდ და ასაწყობად გამოყენებული უნდა იქნეს მიწისქვეშა ექსპერიმენტულ დარბაზში არსებული ამწე, რომლის მაქსიმალური ტვირთამწეობა არის 20 ტონა. ამ ყველა ფაქტორის გათვალისწინებით შეიქმნა რკინაბეტონის ბლოკების კონსტრუქცია, რომელიც უზრუნველყოფს რადიაციული ფონის ჩახშობას, ასევე თითოეული ბლოკის წონა არ აღემატება 20 ტონას (სურ. 21)



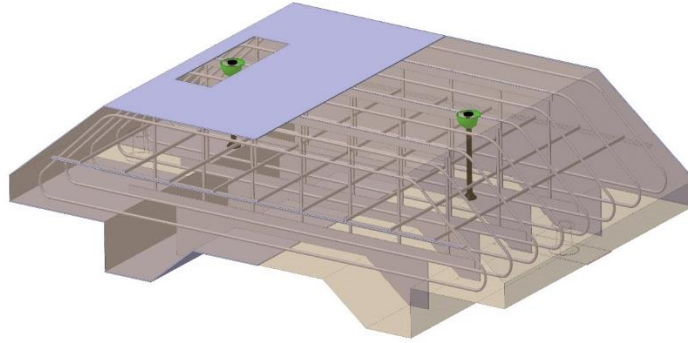
სურ. 21 აკრებილი რკინაბეტონის ბლოკები

რკინაბეტონის ბლოკები ეყრდნობა ლითონის კონსტრუქციას, რომელიც უზრუნველყოფს მის სწორ პოზიციაზე ფიქსაციას (სურ.22)



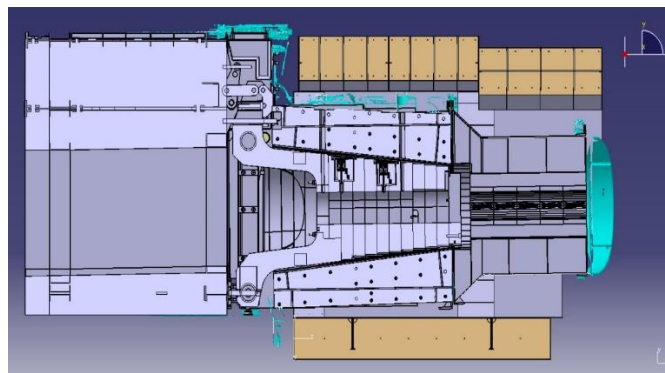
სურ. 22 ლითონის საყრდენი კონსტრუქცია, 3 რკინაბეტონის ბლოკით

რკინაბეტონის ბლოკების პროექტირების დროს გათვლილი იქნა მათი უშუალო სტრუქტურული მედეგობა. ისინი არა მხოლოდ იღებენ ერთმანეთის დატვირთვას, არამედ უნდა მიიღონ დინამიური დატვირთვებიც მათი ტრანსპორტირებისა და ამწეთი მანიპულაციების დროს. ამის შესაბამისად, მოხდა მათი გათვლა სტატიკურ და დინამიურ დატვირთვებზე და შემუშავდა არმატურის შესაბამისი ზომა და მათი ჩაწყობის სქემა, მაგალითისათვის მოყვანილია „გადახურვის“, ზედა პოზიციაზე მყოფი პირველი ბლოკი (სურ.23)



სურ. 23 პირველი ზემო მდებარე ბლოკი გამამლიერებლებითა და სტრუქტურით

ამ კონსტრუქციის შემუშავებისა და სამონტაჟო პროცესის დაგეგმვის დროს დიდი მნიშვნელობა მიენიჭა მათი ინტეგრაციის საკითხს, რადგან შეზღუდულ სივრცეში, ზუსტი სხვა და სხვა დეტექტორების გარემოცვაში უნდა მოხდეს მათი მონტაჟი. ამ საკითხის ზუსტად გადასაჭრელად CMS ექსპერიმენტის გეომეტრიული კვლევის ჯგუფმა მოამზადა სამ განზომილებიანი სკანირება ექსპერიმენტული დარბაზის. ამ მონაცემებზე დაყრდნობით ჩვენ შევძელით ზუსტი გათვლა გეომეტრიული საზღვრების, რათა თავიდან ავირიდოთ კონფლიქტი სივრცითი განაწილებისა თუ მონტაჟის დროს რამაც შეიძლება გამოიწვიოს გარშემო მდებარე სისტემების დაზიანება (სურ.24)

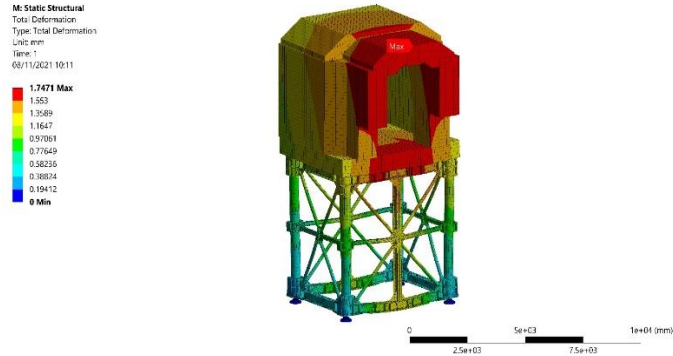


სურ. 24 დამატებითი კონსტრუქციისა და არსებული სისტემის გრძივი ჭრილი

ასევე შესრულდა გათვლა ლითონის კონსტრუქციის სტრუქტურულ სიმტკიცეზე რადგან მან უნდა უზრუნველყოს სტაბილური ფიქსაცია 220 ტონიანი რკინაბეტონის კონსტრუქციის, სეისმური რისკების ჩათვლით.

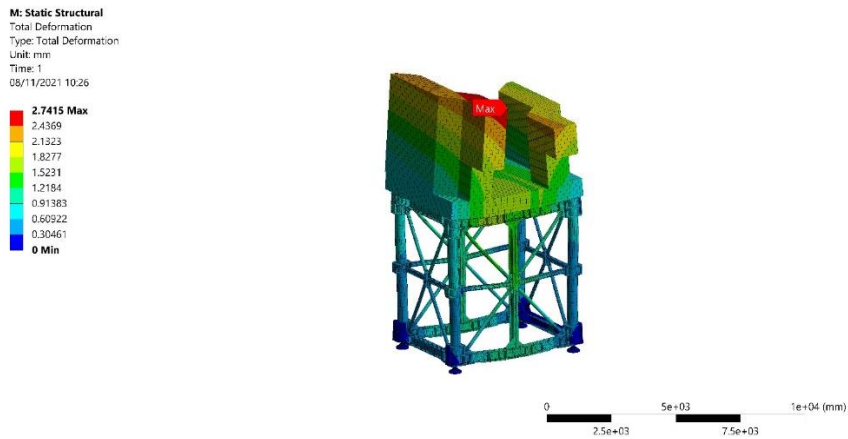
მომზადდა ლითონის მზიდი კონსტრუქციის ზუსტი სამ განზომილებიანი მოდელი და მოხდა მისი გათვლა სასრულ ელემენტთა მეთოდით. კონსტრუქციული მდგრადობის დათვლა მოხდა ორი სხვა და სხვა

შემთხვევისათვის. პირველი - როდესაც ლითონის მზიდი კონსტრუქცია სრულად, თანაბრად არის დატვირთული (სურ. 25)



სურ. 25 სრულად დატვირთული კონსტრუქცია მუშა მდგომარეობაში

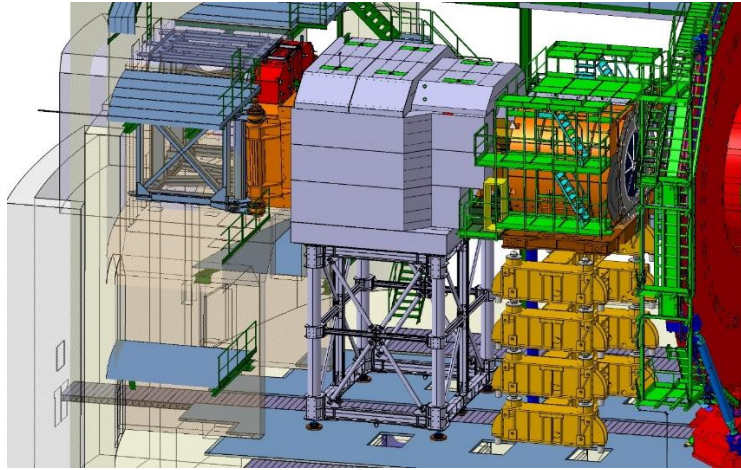
და მეორე შემთხვევა, როდესაც კონსტრუქციის მონტაჟის დროს შეიძლება გამოწვეული იქნეს ასიმეტრიული დატვირთვები (სურ. 26).



სურ. 26 მონტაჟის დროს გამოწვეული ასიმეტრიული დატვირთვა

ორივე დატვირთვის შემთხვევამ ნათლად აჩვენა, რომ ლითონის მზიდი კონსტრუქცია უზრუნველყოფს სიმყარეს მასზე არსებული 220 ტონიანი რკინაბეტონის კონსტრუქციისათვის. ასევე გამოწვეული დეფორმაციები არ ცდება დასაშვებ ნორმებს ისევე როგორც სტრუქტურული მდგრადობის თვალსაზრისით, არამედ დასაშვები ზღვრული გაბარიტული ზომების გათვალისწინებითაც, ანუ არ ხდება მის გარშემო ახლო მდებარე სისტემებთან შეხება ან რაიმე სხვა სახის დაზიანება მანიპულაციის დროს.

ამჟამად, მიმდინარეობს სატენდერო დოკუმენტაციის მომზადება და 2022 წლიდან დაიწყება ამ კონსტრუქციის აწყობა, შემოწმება და შემდეგ მისი მონტაჟი მიწისქვეშა ექსპერიმენტულ დარბაზში (სურ. 27).

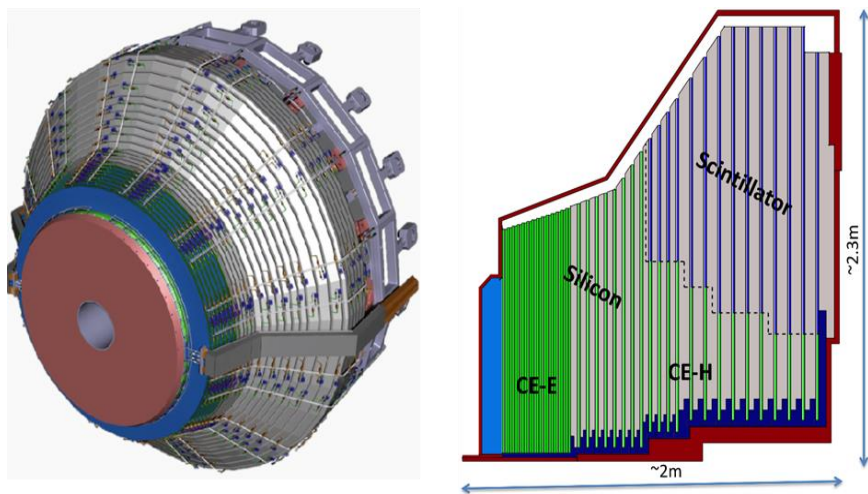


სურ. 27 რადიაციის დამცავი კონსტრუქციის საბოლოო პოზიცია

## CMS ექსპერიმენტის HGCAL (High Granularity Calorimeter) კალორიმეტრი

### HGCAL-ის ელექტრონიკა და მონაცემთა ბაზა

HL-LHC-ის განახლების პროგრამის ფარგლებში CMS კოლაბორაცია აშენებს high granularity კალორიმეტრს (HGCAL), რომელიც შეცვლის არსებულ endcap კალორიმეტრს, სურ. 28. ამ ახალ დეტექტორულ სისტემას ექნება გაუმჯობესებული მუშაობის თვისებები 3000fb – 1 ნათების დროს. HGC დიზაინი იყენებს სილიციუმის სენსორებს, როგორც აქტიურ მასალას წინა განყოფილებებში და პლასტმასის სცინტილატორის ფილებს უკანა მხარეს, რომლის ბოლოებშიც ფოტოსიგნალების წასაკითხად მიმაგრებულია SiPMs ფოტოსენსორები.

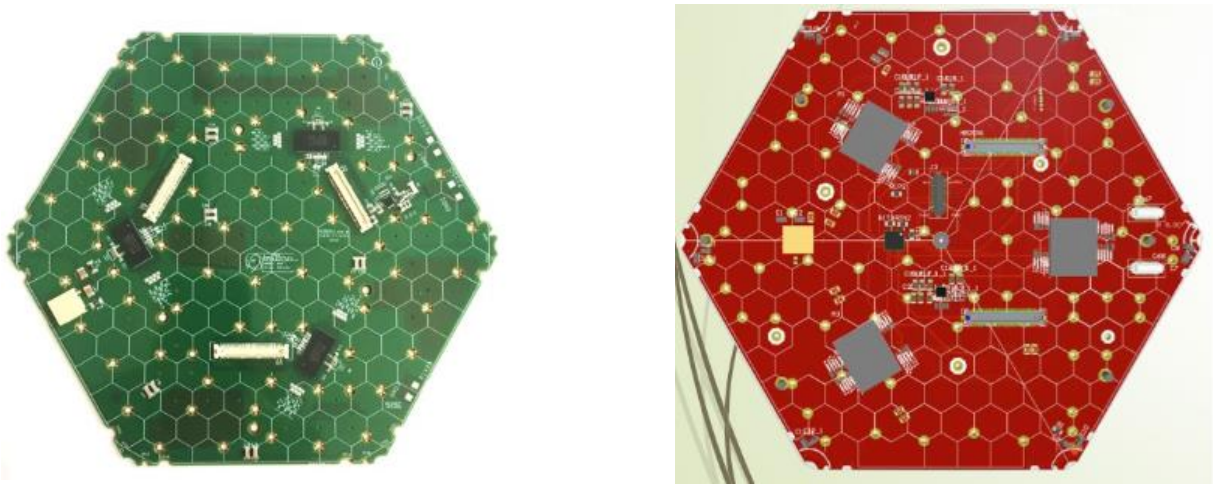


სურ. 28 Endcap მოდელი (მარჯვნივ), endcap-ის ფენები ჭრილში (მარცხნივ)

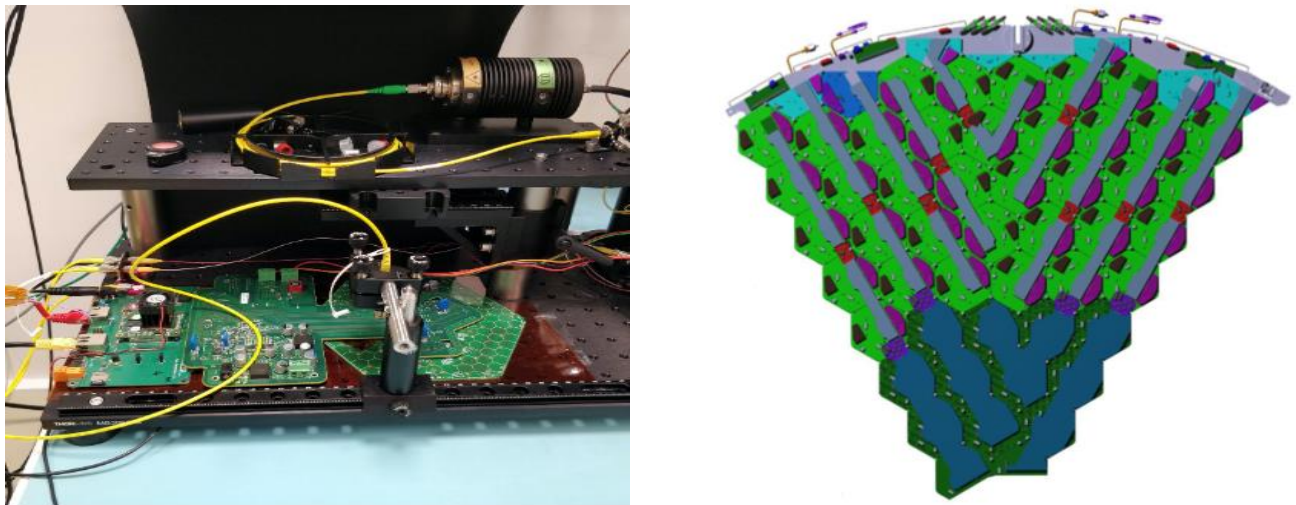
დეტექტორის ერთ-ერთი აქტიური ელემენტია 163 მმ სიგანის ექვსკუთხა სილიციუმის სენსორი (სურ. 29), რომელიც შედგება 8 ფენიანი ვაფლისგან, იგი მოთავსებულია Cu / W საყრდენ ფირფიტასა და დაბეჭდილ ელექტრულ წრედიან დაფას შორის, რომელიც წარმოადგენს front-end ელექტრონიკას და საბოლოოდ ქმნის



სილიციუმის მოდულს. მოდულიდან წაკითხვა ხორციელდება HGCROC V3 ASIC რამოდენიმე ჩიპის მეშვეობით, ისინი მირჩილულია PCB დაფაზე მის შემაერთებელ მავთულის ბილიკებთან ერთად, რომლებიც ფენებად ყოფენ სილიციუმის დაფას.

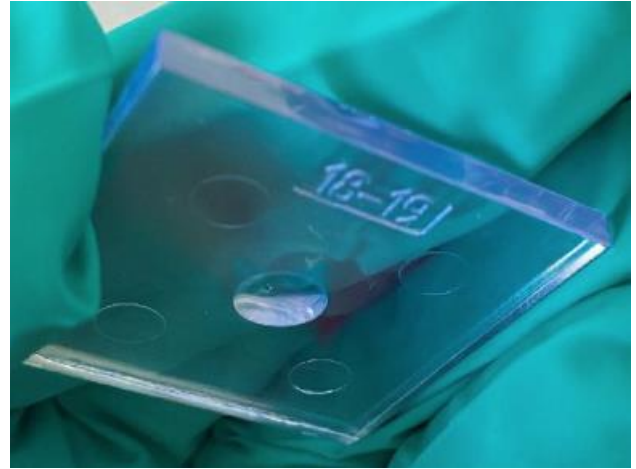


სურ. 29 სილიციუმის სენსორი LD მოდელი(მარცხენა), სილიციუმის სენსორი მომავალი HD მოდელი (მარჯვენა)



სურ. 30 მოდულების ტესტირების სტენდი(მარცხნივ), მოდულების ფირფიტის მოდელი

დეტექტორის მეორე მნიშვნელოვანი ნაწილია მცირე ზომის SiPM ბორდები, რომლებისგანაც შედგება დიდ PCB-ი ბორდი თავის SiPM-ებით, მასზე მიმაგრებული პლასტმასის სინტილატორით და HGCROC-SiPM V2 წამკითხავი ჩიპით. ეს მცირე ბორდები შეიქმნა და გაიტესტა DESY-ში (სურ.30), ხოლო მათ მიერ ჩაწერილი მონაცემების შესწავლა და დამუშავება მოხდება CERN-ში აწყობილ შუა მოდულებში, სურ. 31.



სურ. 31 SiPM Tile მოდული (მარცხნივ), ერთი სცინტილატორის ფილა

საერთო ჯამში, ეს დაახლოებით  $>50000$  მოდულს შეადგენს. თითოეულს გააჩნია მრავალი კომპონენტი და მათთან კავშირები. ყოველ კომპონენტზე, როგორც მაგალითად წამკითხავი ჩიპია, ასევე შეგროვებულია წარმადობის შესახებ მონაცემები. ყველა ეს კომპონენტის ინფორმაცია და კავშირი მათ შორის უნდა იყოს შენახული დეტექტორის შემდგომი კონფიგურაციისა და მუშაობის შესასწავლად.

ამ ინფორმაციაზე სწრაფი და მარტივი წვდომის უზრუნველსაყოფად, ჩვენი ჯგუფი მუშაობს მონაცემთა ცენტრალური ბაზის მოწყობის შემუშავებაზე, რომელიც შეინახავს სისტემის თითოეული ნაწილის გატარების, ქმედების და კონფიგურაციის პარამეტრებს. მონაცემთა ბაზასთან ერთად, ჩვენ პარალელურად ვმუშაობთ რამოდენიმე ვებ ინტერფეისის შექმნაზეც, რაც საშუალებას გვაძლევს სწრაფი ვიზუალური წვდომა გვექონდეს სისტემის თითოეულ ნაწილზე. ინფორმაციის ესეთი ვიზუალური წარმოდგენა საშუალებას იძლევა ზუსტად დავაკონფიგურიროთ სისტემის ქმედება და სწრაფად მოვახდინოთ რეაგირება შესაძლო პრობლემებზე, ეს კი გადამწყვეტი მოთხოვნაა დეტექტორის სტაბილური მუშაობისთვის.

### HGcal დეტექტორის თერმული იზოლაცია (HGcal Thermal Screen)

პარალელურად გრძელდება მუშაობა ახალი კალორიმეტრის თერმული იზოლაციის პანელებსა და კონსტრუქციაზე. წინა შედეგებმა აჩვენა, რომ მისი მექანიკური და თერმული მახასიათებლები დამაკმაყოფილებელ შედეგებს იძლევა. თუმცა გრძელდება კვლევა და ტესტირება პანელის მახასიათებლებისა სხვა და სხვა მატერიალების გამოყენებით. უახლოეს პერიოდში გამოყენებული იქნა ფიჭური კომპოზიტური მატერიალი (Honeycomb) თერმული იზოლაციისა და მექანიკური თვისებების საკვლევადა. ამ კონკრეტული მექანიკური ცდების ჩასატარებლად დამზადდა საიზოლაციო პანელის გარე, ალუმინის ნაწილი, მასზე დაწებდა კაპტონის ლენტის ფენა, რომელიც ცდებისათვის ანაცვლებს კაპტონის გამათბობელ ფირფიტას, (შედარებით დაბალი ფასის, იგივე მატერიალი) და სრული გაშრობისა და შეწებების შემდეგ მოხდა ფიჭური კომპოზიტის დაწებება პანელის ალუმინის ნაწილზე, კაპტონის ფენის ჩათვლით (სურ. 32).



*სურ. 32 საცდელი პანელი ფიჭური კომპოზიტით*

შემდეგ ეტაპზე, ასევე ამ დეტალების სრული შეკვრისა და ეპოქსიდის სრულიად გამოშრობის შემდეგ მოხდა პანელის შიდა, სტრუქტურულ-საიზოლაციო ფენის, ნახშირბადის ბოჭკოს ფირფიტის დაკვრა, რაც ზრდის პანელის თბოსაიზოლაციო პარამეტრებს, ზრდის მის სიმყარეს, სურ. 33. ასევე აღსანიშნავია რომ ნახშირბადის ბოჭკოს ფირფიტა არ არის იზოტროპული მატერიალი და მისი თერმული გაფართოების კოეფიციენტი ძალიან დაბალია. ეს დიდ როლს თამაშობს პანელის გაცივების დროს რადგან შიდა (ცივი ფენა) მინიმალურად იცვლის ზომებს და ამით ვირიდებთ გაცივების დროს წარმოქმნილ მექანიკურ ძალებს.



*სურ. 33 თერმული პანელი ნახშირბოჭკოს ფირფიტის ფენით*

შემდეგ ნაბიჯზე (სრულიად გამოშრობის შემდეგ) მოხდა მისი მექანიკური თვისებების შესწავლა ექსპერიმენტული გზით. გამეორებული იქნა ზუსტად იგივე ზღვრული პირობები რაც იყო წინა სტრუქტურის შემთხვევაში. მოხდა დატვირთვა ანალოგიურად - ჰიდრავლიკური პრესით, პანელის ყველაზე არახელსაყრელ ადგილზე - ცენტრში და წნევის ბიჯის ყოველ მატებასთან ერთად იზომებოდა პანელის დეფორმაცია. აღნიშნულმა შედეგებმა აჩვენა რომ პანელის ახალი სტრუქტურა ძალიან კარგად იღებს კონცენტრირებულ დატვირთვას, მას არ გასჩენია სტრუქტურული ბზარები ან ნაპრალები დატვირთვის მიღების დროს და არ მომხდარა შეწებებული ზედაპირების განცალკევება. ასევე პანელი დატვირთვის მოხსნის შემდეგ, თითქმის ზუსტად უბრუნდება მის პირვანდელ გეომეტრიულ მახასიათებლებს და შეიმჩნევა მინიმალური კვალი დატვირთვისაგან.

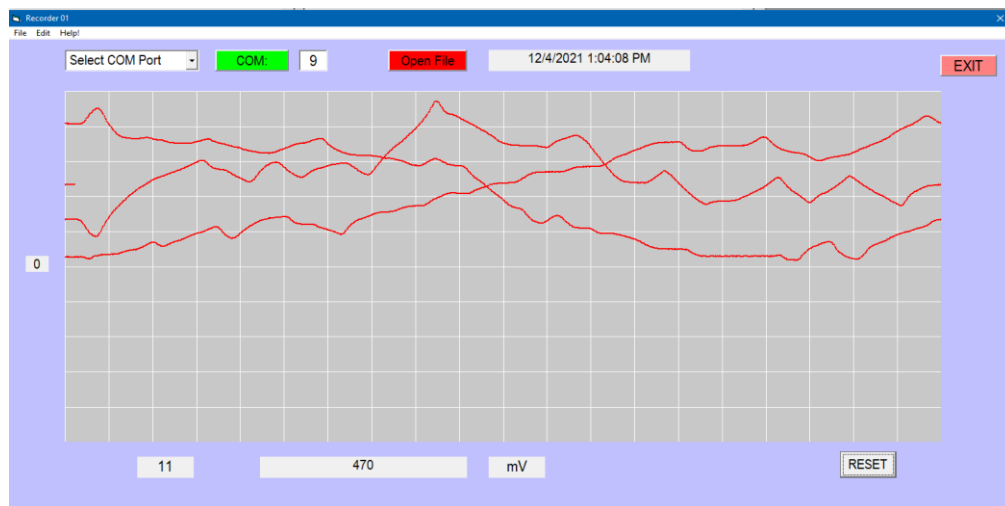


ამ ლაბორატორიული ცდის პერიოდში არ მომხდარა წინა პანელზე გამოყენებული დატვირთების მკვეთრად გადაჭარბება რათა ახალ პანელს არ მიეღო გამოუსწორებელი სტრუქტურული ზიანი. ეს მიდგომა გამოყენებული იქნა იმ მიზეზით, რომ შემდეგ ამავე პანელზე ჩავატაროთ თერმული ტესტი და შევისწავლოთ მისი თერმული იზოლაციის თვისებები და ასევე ზუსტად გავზომოთ მისი თერმული დეფორმაციები.

მოცემულ პერიოდში მიმდინარეობს თერმული ყუთის დამზადება რომელშიც აზოტით მოხდება  $-35\text{ C}$  ტემპერატურის მიღება და პანელი ჰერმეტიკულად იქნება დამაგრებული ზედა (თბილი) მხრიდან რაც მაქსიმალურად მიახლოებული იქნება რეალურ პირობებთან, სადაც ამ ტიპის პანელებს მოუწევთ მუშაობა.

### მონაცემთა შეკრების დაფა (DAQ) გაზური დეტექტორების ტესტირებისათვის.

გაზური დეტექტორების ტესტირებისას აქტუალურია გაზის ტემპერატურისა და ტენიანობის მონიტორინგი. ასევე მნიშვნელოვანია ბაკელიტის ფირფიტების წინაღობის კონტროლი. აღნიშნული ამოცანის გადასაჭრელად შეიქმნა მონაცემთა შეკრების დაფა (DAQ). ტენიანობა და ტემპერატურა იზომება სენსორით DHT-22. ტემპერატურის გაზომვის სიზუსტე -  $0,1^{\circ}\text{C}$ . ტენიანობის - 1%. წინააღობის გასაზომად გამოიყენება დენის გატარებისას ეტალონურ წინააღობაზე ძაბვის ვარდნის გაზომვის მეთოდი. ძაბვა იზომება 16 თანრიგიანი ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელის საშუალებით ADS1115. ამ სენსორების მუშაობას მართავს მიკროკონტროლერი Atmega328 და ციფრულ კოდს გადასცემს პერსონალურ კომპიუტერს USB ინტერფეისის მეშვეობით. აგრეთვე შექმნილია კომპიუტერული პროგრამა - გრაფიკული ინტერფეისი, რომელიც მიკროკონტროლერიდან მიღებულ ინფორმაციას ასახავს მონიტორზე და ინახავს ფაილში, სურ. 34.



სურ. 34 გრაფიკული ინტერფეისის „სკრინშოტი“.

2.

### COMET ექსპერიმენტი.

#### სუბსისტემა

#### სტროუ ტრეკული დეტექტორი

Phase-1-თვის გასულ წელს აქტიურად მიმდინარეობდა ტრეკული მოდულების აწყობა. ამ ეტაპისთვის პირველ მოდულში დამონტაჟებულია და ჩაწებებულია სტროუ მილეების ყველა ფენა.

ტესტირების ეტაპზეა გაზური სისტემა, რომლის მიერთების შემდეგ მთლიანი მოდული გაიტესტება გაზის გაჟონვაზე. შემდგომ ჩატარდება საკონტროლო ტესტები ელექტრონიკის გამართულ ფუნქციონირებასა და მთლიანი მოდულის ჰერმეტიულობაზე. პროექტის მიხედვით სტროუ ტრეკერის 5-ივე მოდული მოთავსებულია მაგნიტურ სოლონიდში ვაკუუმის პირობებში. მოდულების აწყობის პროცესში გადაჭრილი იქნა მრავალი ტექნიკური სამუშაოები. აღსანიშნავია, რომ მსგავსი დიზაინის და პარამეტრების ტრეკული მოდულები ჯერჯერობით არსად არ არის აწყობილი.



სურ. 35 სრული მოდულის კონსტრუქცია შევსებული სტროუ მილებით



სურ. 36 სტროუ მოდულებში გამოყენებული სტროუ მილების დასამონტაჟებელი წებო

სურ. 35-ზე გამოსახულია მოდული უკვე გეომეტრიულად დასრულებული სახით. მასში ჩამონტაჟებული 10 მმ დიამეტრის სტროუ მილებით X და Y კოორდინატებზე, ხოლო სურ. 36-ზე ნაჩვენებია ჩასაწყებელი სითხის მომზადების პროცესი. სტროუ მილების სიახლოვიდან გამომდინარე (მათ შორის მანძილი 0.5 მმ) საჭირო გახდა სპეციალური მეთოდის და ფაქიზი ხელსაწყოების შემუშავება წებოს გამოსაყენებლად რათა არ გვექონდეს გაზის ჟონვა ვაკუუმში მუშაობისას.



სურ. 37 სტროუ მილების ჩაწყობა



სურ. 38 საბოლოო სახე ჩარჩოში ჩამაგრებული სტროუ მილების



სურ. 39 სტროუ მილის დაჭიმვა სპეციალური ხელსაწყოთი



სურ. 40 მომზადებული მილები დასაჭიმად

ზემოთ სურათებზე (სურ. 37-40) ნაჩვენებია სტროუ მილების ჩამონტაჟების და დაჭიმვის პროცესი რაც კონსტრუქციულად საკმაოდ რთული პროცესია, განსაკუთრებით იმის გათვალისწინებით, რომ თითოეული სტროუ 1300 გრამით არის დაჭიმული, რაც მთლიან მოდულზე 1 ტონამდე დატვირთვას ქმნის. ამიტომ აუცილებელია სწორად იქნას გათვლილი თითოეული სტროუ მილის დაჭიმვის ძალა და მათი რიგითობა.

#### **ხუთ და ათ მილიმეტრიანი დიამეტრის მქონე სტროუ მილების სხვადასხვა მახასიათებლების შედარება.**

როგორც წინა წელს, 2021 წელსაც ვაგრძელებთ სტროუ მილების სხვადასხვა პარამეტრების შესწავლას და მათი მახასიათებლების შედარებას ხუთ და ათ მილიმეტრიანი დიამეტრის მქონე მილებისათვის.

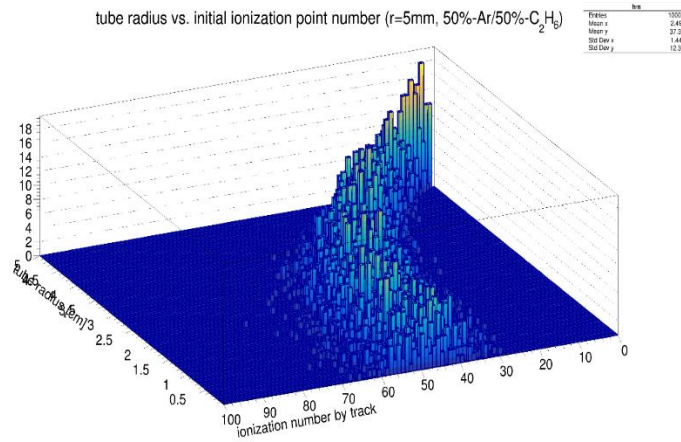
ცნობილია, რომ ხუთ მილიმეტრიანი დიამეტრის მქონე მილი შედარებით ახალი და ნოვაციური პროექტია, რომლის შემდგომი გამოყენებისათვის მნიშვნელოვანია მისი მახასიათებლების კვლევა და შედარება უკვე არსებული მილის პარამეტრებთან.

ამ წელს ჩვენ მიერ ჩატარდა მოდელირება GARFIELD++ -ის მეშვეობით ROOT-ის და C++ -ის პროგრამული პლატფორმის გამოყენებით. მოცემული შედეგები და მათი შედარება წარმოდგენილია წინამდებარე ანგარიშში.

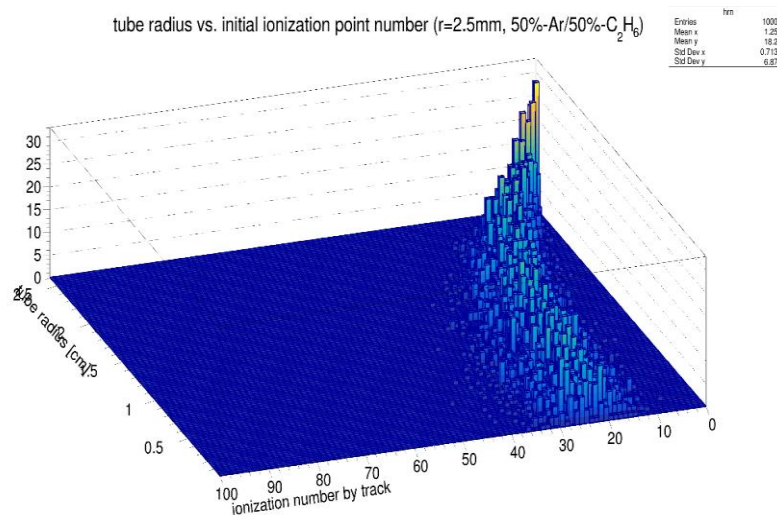
დასმულ ამოცანაში მიღებული შედეგები განხილულია იმ შემთხვევისთვის როდესაც ნაწილაკი მოძრაობს მილის მართობ სიბრტყეში და სფერული სიმეტრიის გამო ნაწილაკის მდებარეობა ცალსახად განისაზღვრება მხოლოდ რადიუსით (უმოკლესი მანძილი ანოდის ძაფიდან ნაწილაკის მილში გავლისას ტრეკტორიის წირამდე).

მონაცემები აღებულია ნორმალური ატმოსფერული წნევის და ტემპერატურის პირობებში და გაზის შემადგენლობა არის Ar 50% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 50%, ჩავლილი ნაწილაკი არის ელექტრონი და მისი ენერგია 105 MeV, პოტენციალთა სხვაობა პატარა ( 5 მმ) მილისთვის არის 1600 V, ხოლო დიდი მილისთვის (10 მმ) 1900 V. გრაფიკზე მითითებული აღნიშვნა (am), არის GARFIELD ++ -ში, გაზში მიმდინარე პროცესების „დათვლის“ ერთ-ერთი მეთოდოლოგია- avalanche microscopic.

tube radius vs. initial ionization point number (r=5mm, 50%-Ar/50%-C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)



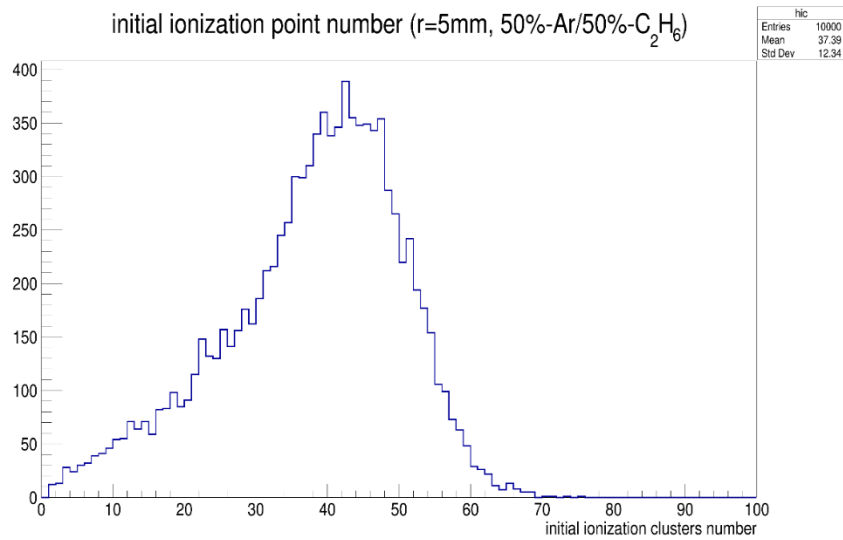
tube radius vs. initial ionization point number (r=2.5mm, 50%-Ar/50%-C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)

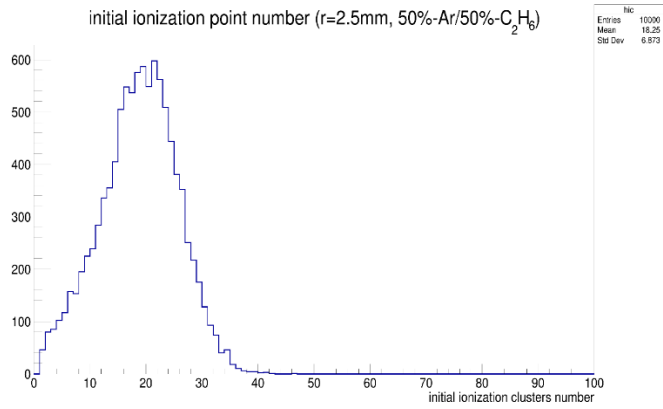


სურ. 41

სურ. 41-ზე წარმოდგენილია ნაწილაკის გავლის დროს კვალის გასწვრივ წარმოქმნილ იონიზაციურ წერტილთა რაოდენობის განაწილება რადიუსის მიხედვით.

initial ionization point number (r=5mm, 50%-Ar/50%-C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)

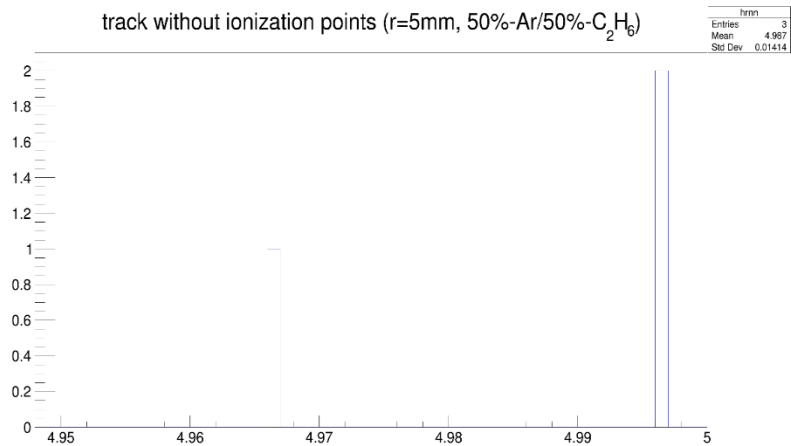




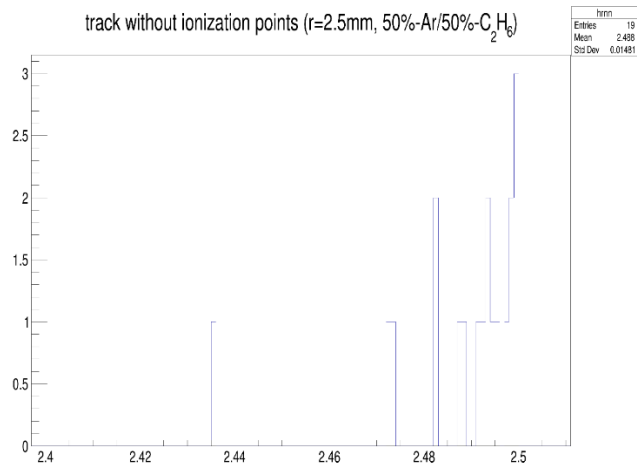
სურ. 42

სურ.42 კი წარმოადგენს წინა გრაფიკების გაგრძელებას, არის წინა გრაფიკების გეგმილი და წარმოდგენილია კვალის გასწვრის იონიზაციურ წერტილეთა რაოდენობის განაწილება.

საინტერესო და მნიშვნელოვანი იყო გვენახა ნაწილაკის მილში გავლისას, გვქონდა თუ არა ისეთი შემთხვევები და რა რადიუსზე, როდესაც ნაწილაკი იონიზაციურ წერტილებს არ წარმოქმნიდა. მოცემული შემთხვევები წარმოდგენილია სურათზე. პატარა მილის შემთხვევაში იყო 19 შემთხვევა, ხოლო დიდი რადიუსის მქონე მილში გვქონდა ასეთი სამი შემთხვევა.

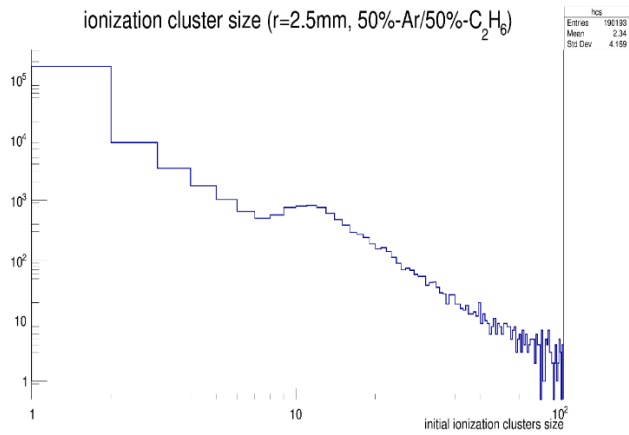
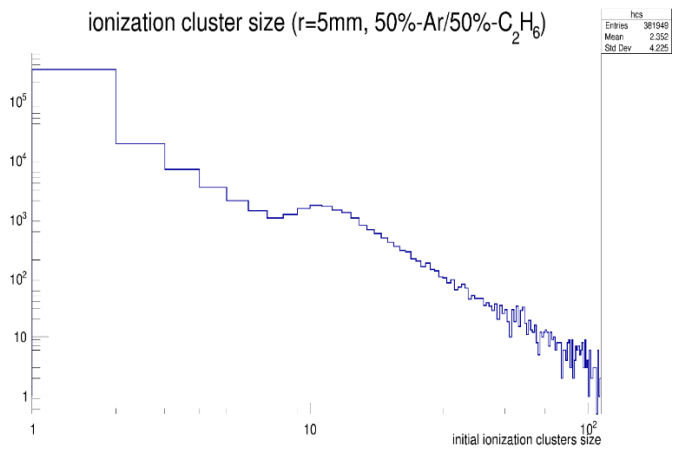






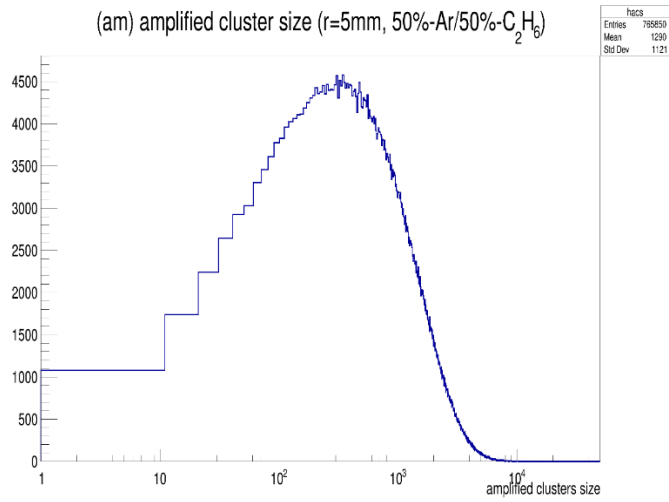
სურ. 43

სურ.43-ზე წამოდგენილია იონიზაციური წერტილის არეში წარმოქმნილი ელექტრონების რაოდენობა, ანუ კლასტერის „ზომების“ განაწილება.

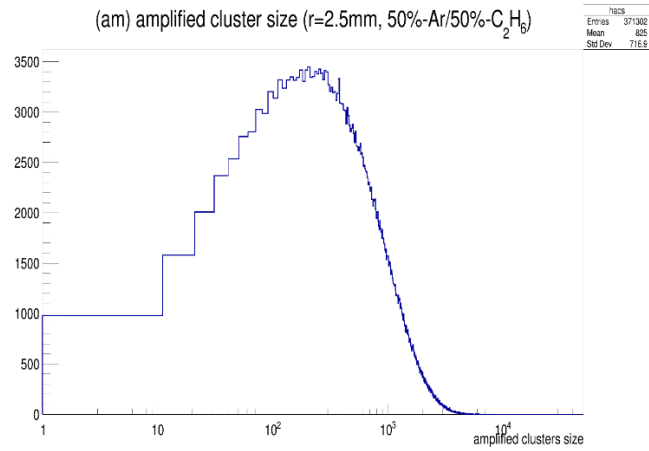


სურ. 44

სურ.44 წარმოადგენს საწყისი იონიზაციის წერტილში წარმოქმნილი ელექტრონების მიერ წარმოქმნილ ღვარში ელექტრონების რაოდენობას ანოდოთან უშუალო მახლობლობაში (გაძლიერების კოეფიციენტის დიფერენციალური სახე).

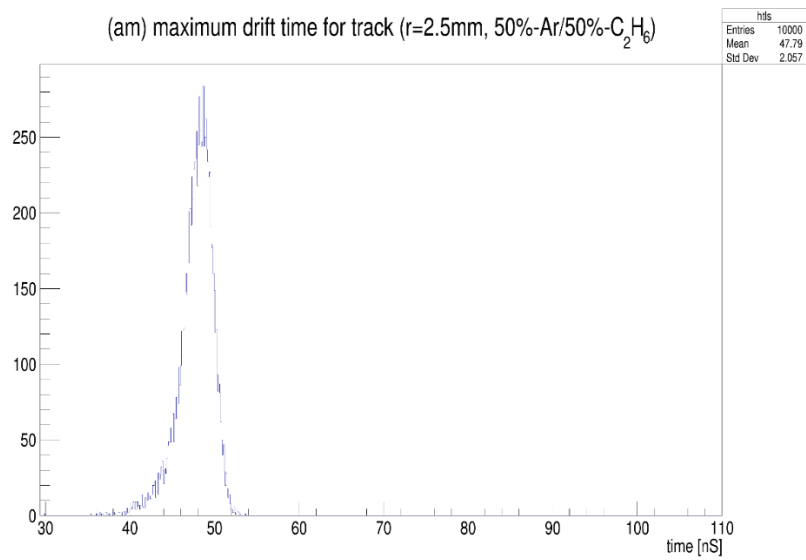
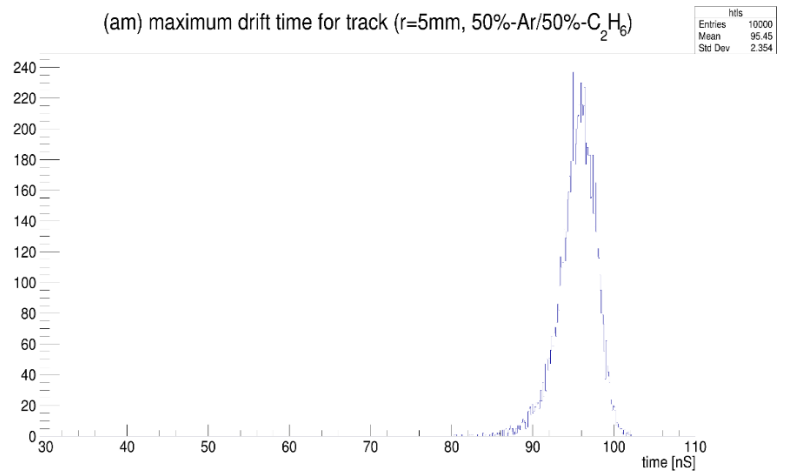


სურ. 45



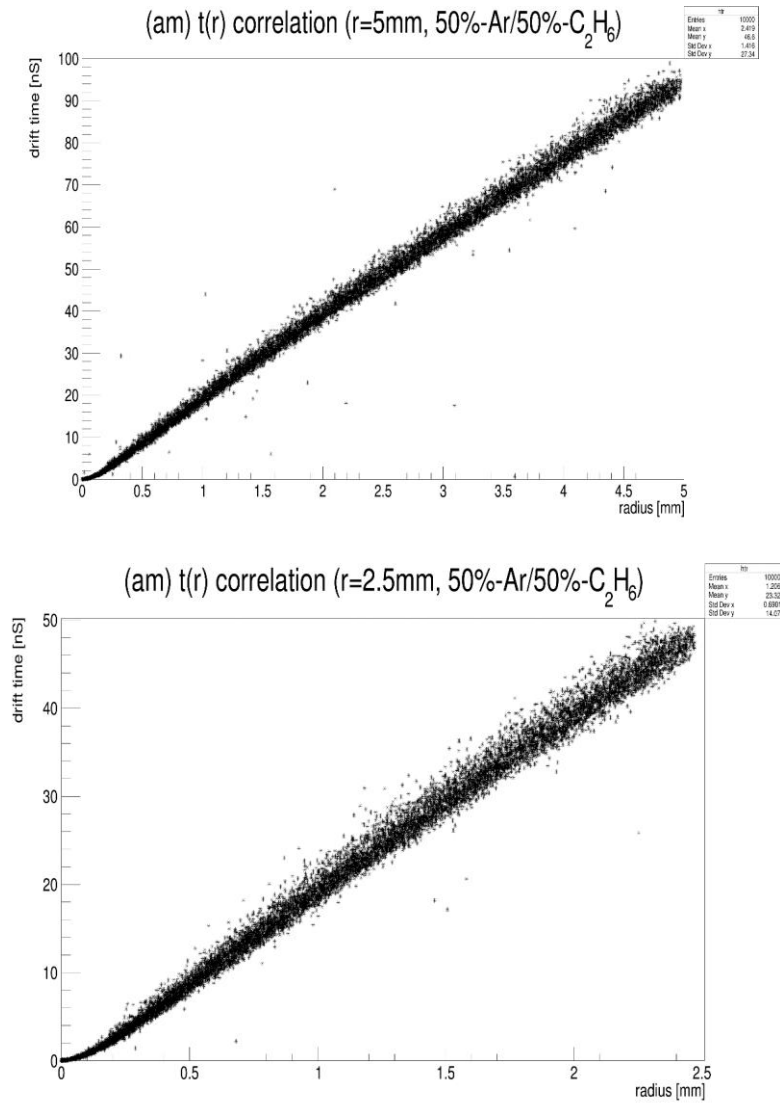
სურ. 46

ასევე საინტერესო იყო თითოეული კვალისთვის გვენახა დრეიფის მაქსიმალური დროების განაწილების არე და ხასიათი, შედეგები წარმოდგენილია 46-47 გრაფიკებზე.



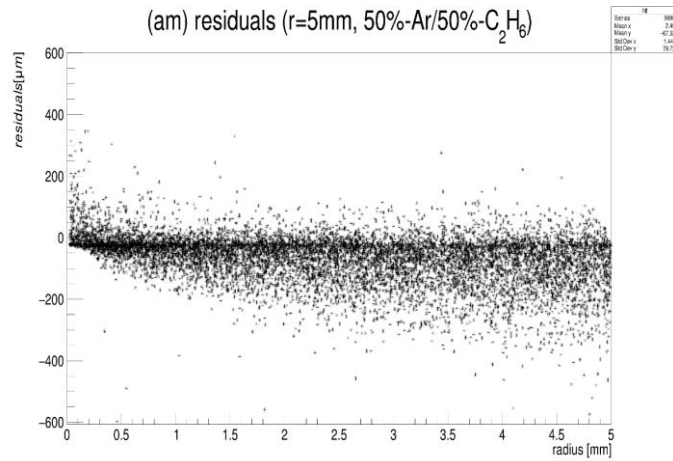
სურ. 47

მოცემულ ამოცანაში გადამწვევტა  $t(r)$  დამოკიდებულების დადგენა, რომელიც ასახავს დრეიფის დროის დამოკიდებულებას რადიუსზე. მიღებული მონაცემები წარმოდგენილია სურ.48-ზე.

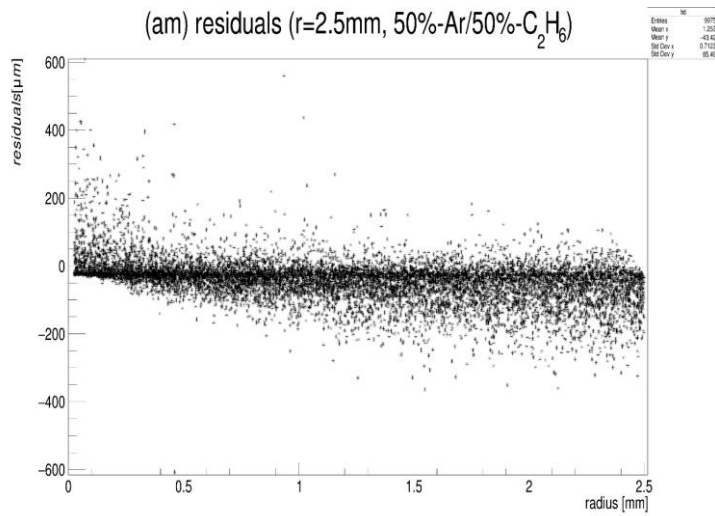


სურ. 48

სურ. 49,50-ზე კი წარმოდგენილია ე.წ. „რეზიდუალები“ რომელიც მიღებულია  $t(r)$  დამოკიდებულებიდან, სწორედ ამაზე დაყრდნობით გამოითვლება სივრცითი გარჩევისუნარიანობა, რომელიც ერთ-ერთი ყველაზე ფუნდამენტური ცნებაა „სტროუ“ დეტექტორებში.

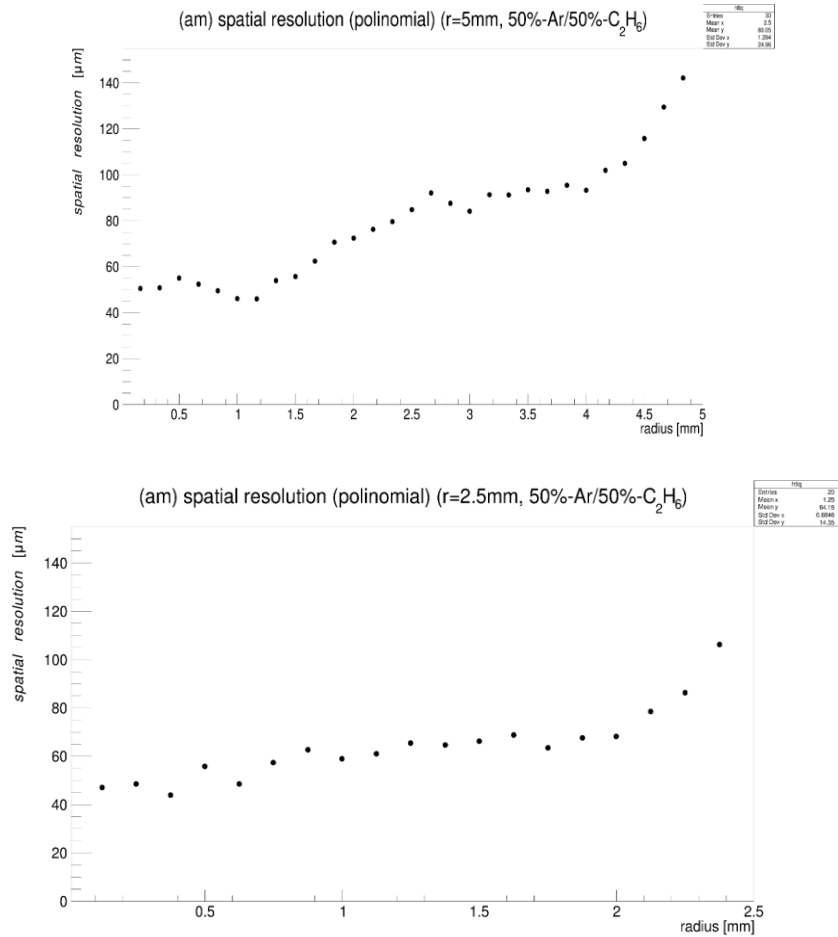


სურ. 49



სურ. 50

ზემოთ მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე მოვახდინეთ დეტექტორის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პარამეტრის სივრცითი გარჩევისუნარიანობის გამოთვლა, რომელიც დამოკიდებულია რადიუსზე. მოცემული შედეგები წარმოდგენილია სურ. 51-ზე, შესაბამისად ხუთ და ათ მილიმეტრიანი რადიუსის მქონე მილებისათვის.



სურ. 51

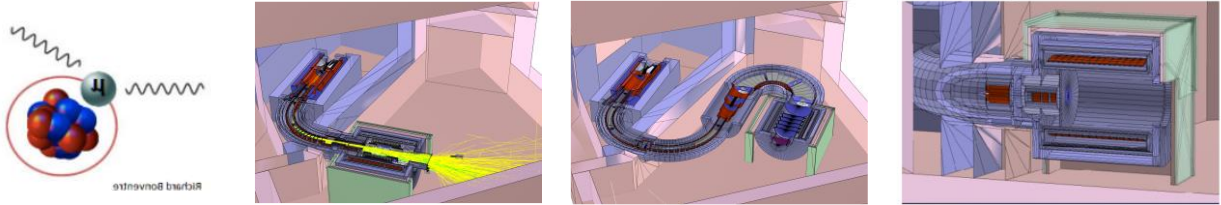
**CRV სისტემის შექმნა COMET ექსპერიმენტისთვის**

ეს ანგარიში შეიცავს სამუშაოს, რომლიც ასახავს ჩემ წვლილს 2021 წელს JINR-ში 02-2-1144 „Search for New Physics in the Charged Lepton Sector“ თემის მიხედვით შესრულებულ სამუშაოს. ამ თემის მიხედვით სამუშაოები შეეხება CRV სისტემის შექმნას COMET ექსპერიმენტისთვის, სურ.52.

როგორც ვიცით, სტანდარტული მოდელი აღწერს ფუნდამენტურ ნაწილაკებსა და ძალებს შორის ურთიერთკავშირს. იგი წარმატებით წინასწარმეტყველებს თანამედროვე ნაწილაკების ფიზიკის ექსპერიმენტების შედეგს, თან საკმაოდ ძალიან დიდი სიზუსტით.

თუმცა, დღევანდელი მდგომარეობით, სტანდარტული მოდელი ვერ ხსნის ზოგიერთ ისეთ ფენომენს, როგორც არის მატერია-ანტიმატერიის ასიმეტრიის დაზვერვა ჩვენს სამყაროში, ნეიტრინოების ოსცილაცია, ბნელი მატერია და ასე შემდეგ. ელექტრონის პირდაპირი გარდაქმნა მიუონში ნებისმიერი სხვა ნაწილაკების გამოსხივების გარეშე, თუკი ეს საკითხი იქნება მოკვლევული, მიუთითებს ლეპტონური არომატის დარღვევაზე რაც, რა თქმა უნდა, იქნება სტანდარტული მოდელის მიღმა წარმოებული პროცესი. ამ ამოცანას ემსახურება ექსპერიმენტში COMET-ი (J-PARC, იაპონია).

COMET ექსპერიმენტში მიუონური ნაწილაკთა სხივი ჩერდება ალუმინის კილიტაზე და შემდეგ, 860 ნწ-ში უნდა დაიშალოს, სტანდარტული მოდელის მიხედვით, ელექტრონზე და შესაბამის ნეიტრინოებზე. მაგრამ შეიძლება ისე მოხდეს, ზოგიერთი მათგანი პირდაპირ გარდაიქმნას ელექტრონში ერთჯერადი მოვლენით.

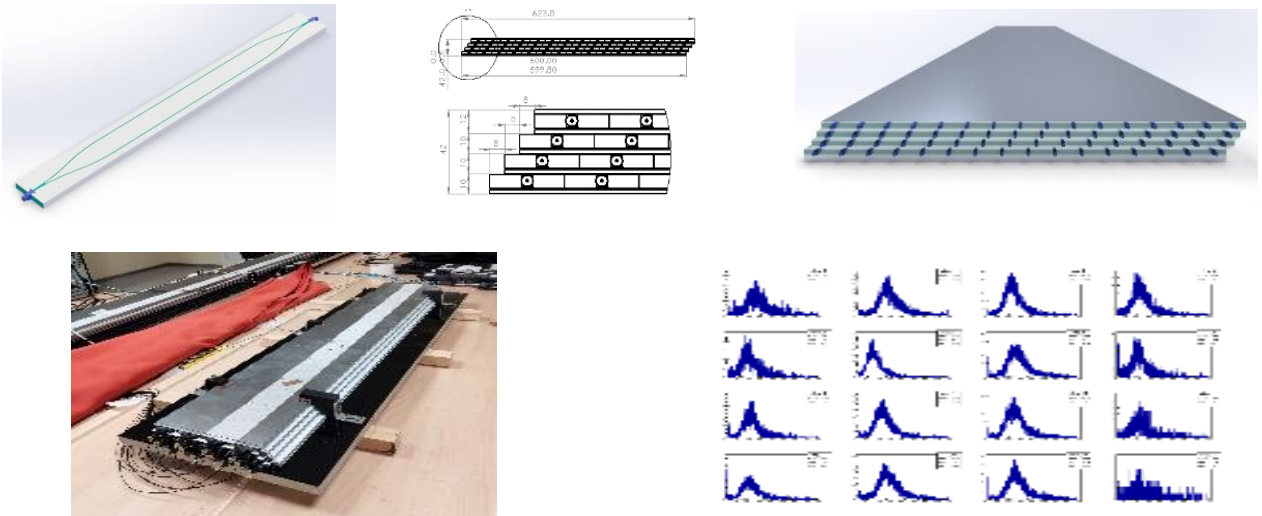


სურ. 52 მიუონის პირდაპირი გარდაქმნა ელექტრონში, COMET ექსპერიმენტი (ფაზა 1 და ფაზა 2) და CRV სისტემის განლაგება (სურათებზე - მწვანე ფერი).

COMET ექსპერიმენტის ასეთი ერთჯერადი მოვლენების მიმართ მგრძობიარობა  $10^{-17}$  რიგის სიზუსტით არის მოსალოდნელი. ეს მოთხოვნა გვადიხლავს, რომ კოსმოსური სხივების რეგისტრაციის ეფექტურობა უნდა იყოს 99,99% დონეზე, რომ მაქსიმალურად გამოირიცხოს კოსმოსური მიუონები ანალიზიდან. ამ მიზნის უზრუნველყოფისთვის იქმნება Cosmic Ray Veto (CRV) სისტემა.

COMET ექსპერიმენტში CRV სისტემა შედგება ორ ნაწილისგან - SCRV და GRPC ქვედანაყოფები. SCRV-ის ძირითად ელემენტს წარმოადგენს CRV მოდული, რომელსაც აქვს სხვადასხვა სიგრძე, მაგრამ ერთნაირი სტრუქტურა, სიგანე და სისქე. თითოეული CRV მოდულის მთავარი ელემენტი არის მთვლელი. ეს მთვლელი ეყრდნობა ექსტრუდირებულ პლასტიკურ სცინტილატორს (სტრიპი), სურ.53. ყოველი სტრიპი არის 7 მმ სისქის და იქნება ის აღჭურვილი ერთი თუ ორი ღრუთი, სადაც იქნება განლაგებული WLS ბოჭკოები და შუქის დეტექტირება ხდება SiPM-ით. ყოველი CRV მოდული არის ოთხ-ფენოვანი და თითოეულ ფენაში არის 16 მთვლელი.

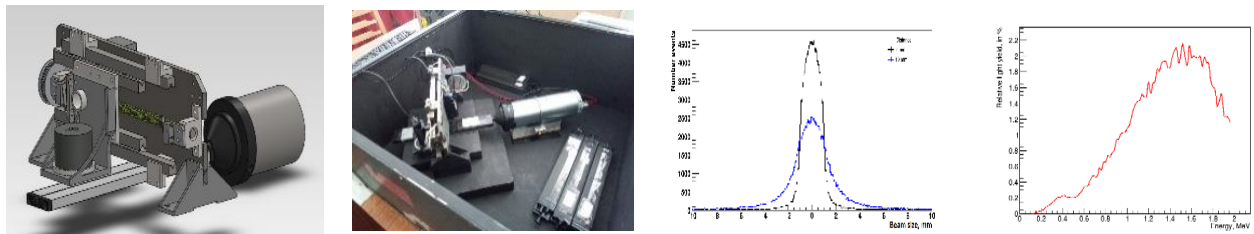
ჩვენ CRV კოლაბორაციას შევათავსეთ და ამ ეტაპზე უკვე არის შერჩეული სტრიპის საბოლოო დიზაინი Top, Left Side, Right Side CRV-ისთვის. ასევე მიდის სტრიპის საბოლოო დიზაინის დადგენა CRV Downstream CRV Top Porch.



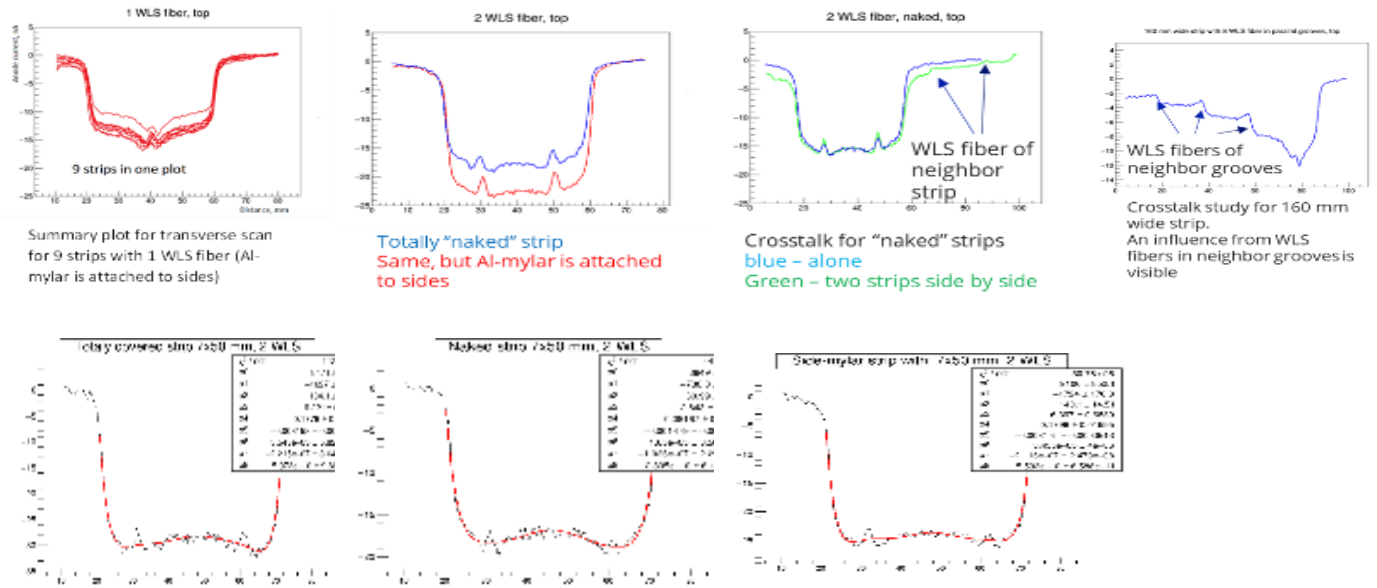
სურ. 53 სცინტილატორული სტრიპი WLS ბოჭკოთი აღჭურვილი; CRV მოდულის პროტოტიპის სქემა; პროტოტიპის დიზაინი; 4x4 პროტოტიპის გამოცდები და კოსმოსური სხივების დაზვერვის შედეგი.

საბოლოო დიზაინის დადგენისთვის ჩვენ გამოვიკვლიეთ სტრიპის დიზაინის სხვადასხვა ვარიანტი. ამ მიზნით დუბნაში შექმნილმა ჯგუფმა აწარმოა როგორც თეორიული მოდელირება, ასევე პროტოტიპების გამოცდა. ამ მიზნისთვის შექმნილი იქნა სხვადასხვა გეომეტრიის სცინტილატორული სტრიპები, რომ შეგვექნა COMET CRV-ის პროტოტიპების ნაირსახეობა და გამოგვეკვლია მათი ეფექტურობა კოსმოსურ მიუონების მიმართ.

როგორც შარშან, COMET CRV მოდულის ეფექტურობის თეორიულ მოდელირების გამარტივებულ სქემას სჭირდება სტრიპების ისეთი პარამეტრის ცოდნა, როგორც არის შუქის გამოსვლა კვეთის მიხედვით. ამ მიზნით ჩვენ გავაგრძელეთ გამოყენება წინა წელს შექმნილი დანადგარის, რომელიც გამოკვლევებისთვის იყენებს SR90/Y90 ბეტა რადიოაქტიური წყაროს და ამ სხივების 1-მმ დიამეტრით კოლიმირების მეშვეობით სხვადასხვა გეომეტრიის სტრიპები გამოვცადეთ, სურ. 54.



სურ. 54 სცინტილატორული სტრიპის სკანირების დანადგარის სქემა და მისი რეალური ფოტო, ბეტა ნაწილაკების ნაკადის კვეთა სტრიპის ზევით და ქვევით, შუქის რაოდენობა ბეტა ნაწილაკების ენერჯიის მიხედვით.



სურ. 55 სტრიპების კონფიგურაცია და შედეგები

ამ გამოკვლევის შედეგები გამოყენებული იყო სცინტილატორული მთვლელის თეორიული მოდელირების შესაქმნელად, კონკრეტულად, 7x40 მმ, 7x160 და 7x50 მმ კვეთის ერთ და ორ ბოჭკოიანი



სტრიპის პროტოტიპები. შედეგები ფიტირებული იყო პოლინომინარული ფუნქციით რომ მერე მიღებული პარამეტრები გამოყენებული ყოფილიყო რეგისტრაციის ეფექტურობის მოდელირებაში, სურ. 55.

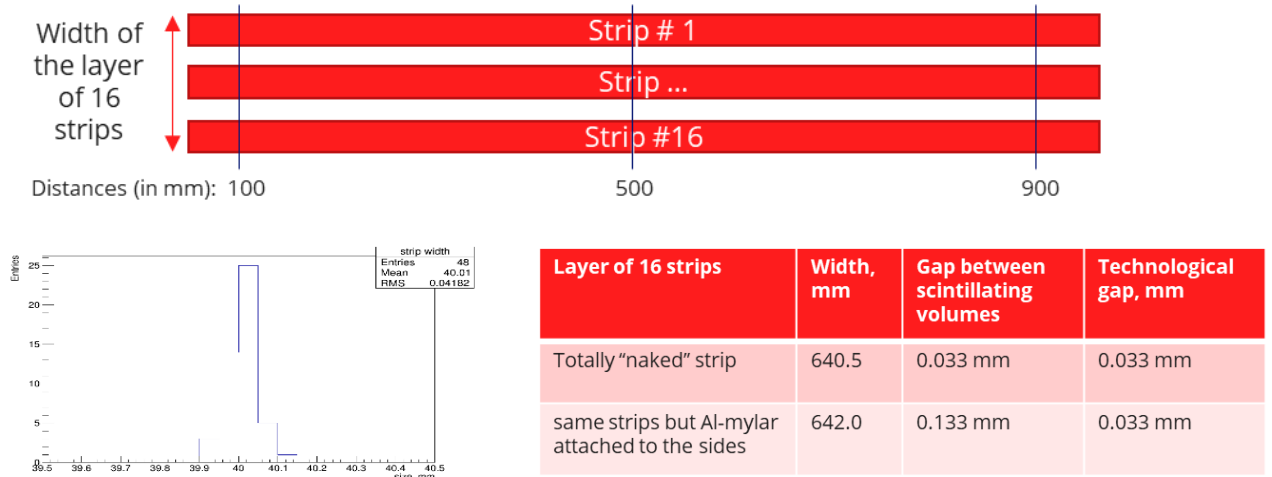
ჩვენ ასევე შევქმენით რამდენიმე 4x4 COMET CRV 7x40x3000 მმ და 7x40x1000 და 7x50x1000 ერთ და ორ ბოჭკოიანი სტრიპების მოდულები პროტოტიპი და გამოვიკვლიეთ ის კოსმოსური სხივების მეშვეობით. ასევე დავხვეწეთ მოდულის ეფექტურობის დათვლის თეორიული მოდელი Geant 4 პროგრამული გარემოცვის გამოყენებით.

Aluminum sheets thickness	Efficiency for the module with 40-mm wide strip and pattern 9-7-7		Efficiency for the module with 50-mm wide strip and pattern 9-7-7		Comment:
	For 21 ph.e.	For 25 ph.e.	For 21 ph.e.	For 25 ph.e.	
2	0.9998 95	0.9999 92	0.9999 24	0.9999 99	Gap between neighbor strips set to 100 micron for all cases
10	0.9996 22	0.9999 25	0.9998 67	0.9999 81	

სურ. 56 შედარება მიუონის რეგისტრაციის ეფექტურობის ორ მოდულს შორის 40-მმ და 50-მმ სიგანის სტრიპებისთვის (მოდელირების შედეგები)

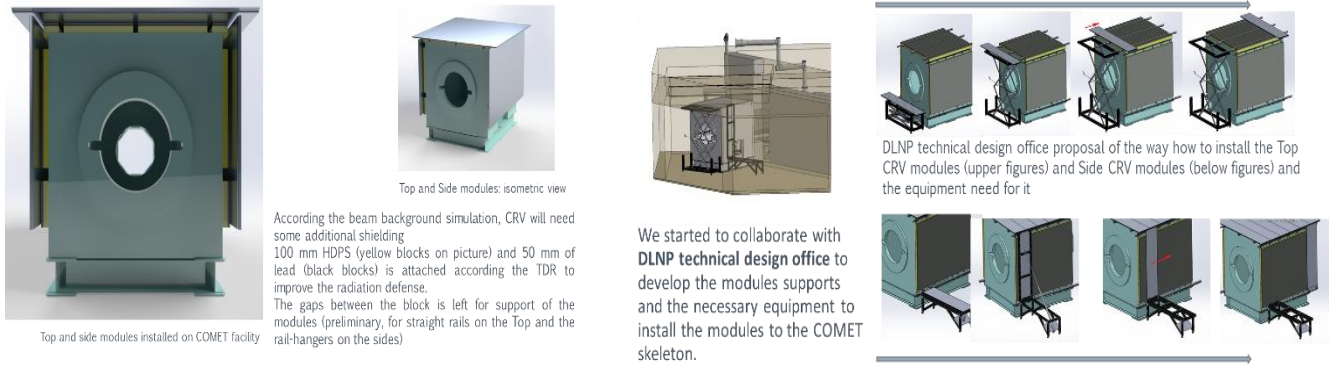
ამ მოდულის ეფექტურობა შედარებული იყო თეორიულ მოდელის შედეგებთან. ნაჩვენები იყო, რომ ამ გეომეტრიის მოდული ვერ აღწევს 99.99% ეფექტურობას 2.5 მეტრზე და საჭიროებს დახვეწას, სურ.56.

ასევე მოკვლეული იყო სტრიპებს შორის ტექნოლოგიური ღრეჩოს შემცირების გზები. ნაპოვნი იყო უფრო ოპტიმალური ვარიანტი და ღრეჩო სამუშაო მოცულობებს შორის შემცირდა 0.500 მმ-დან 0.133 მმ-დის, სურ. 57.



სურ. 57 სტრიპებს შორის ღრეჩოს გამოკვლევა და შედეგები

ამის შემდეგ ჩვენ შევთავაზეთ COMET კოლაბორაციას როგორც ახალი დიზაინი CRV მოდულის, ასევე მისი განლაგება, სამაგრების დიზაინი და დანადგარზე განთავსების ტექნოლოგიის ვარიანტი, სურ.58.



*სურ. 58 COMET CRV მოდულების განლაგება დანადგარზე და შესაძლო დამხმარე მოწყობილობების გამოყენებით მოდულების ინსტალირების სქემა დანადგარზე.*

ამ კვლევების შედეგები იყო მოხსენებული COMET Collaboration Meeting CM33, CM34 CM35 მიტინგებზე.

2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

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

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

3.1.

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

1. **ლეპტონური არომატის დარღვევის შესწავლა  $\mu \rightarrow e$  კონვერსიაში J-PARC-ს COMET ექსპერიმენტზე. ბირთვული და ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა. FR-19-034**
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2020 - 2022
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

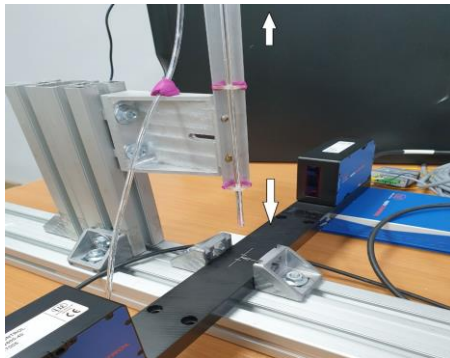
1. ზვიად წამალაიძე (პროექტის ხელმძღვანელი)

2. სოსო გოგილიძე (პროექტის კოორდინატორი)
3. არსენ ხვედელიძე (თეორიული მიმოხილვა, ანალიზი)
4. დავით ლომიძე (სცინტილაციური სტრიპების ტესტი, კალიბრება, ანალიზი)
5. ირაკლი ლომიძე ((სცინტილაციური სტრიპების ტესტი, კალიბრება, ანალიზი)
6. იური ბადათურია ((სცინტილაციური სტრიპების ტესტი, კალიბრება, ანალიზი)
7. ნიკოლოზ წვერავა (სტროუ მილების წარმოება, წინასწარი ტესტი, დეტექტორის აწყობა, ტესტი, შედეგების ანალიზი)

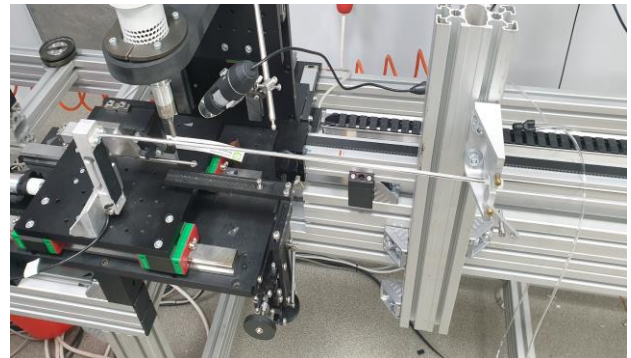
2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

გაერთიანებული ბირთვული კვლევების ინსტიტუტში (JINR) ქართული სტროუ ჯგუფის მიერ (GTU) გამოკვლეული იქნა 5 მმ და 12 მკმ სისქის ახალი სტროუ მილების მექანიკური თვისებები. ამისათვის მომზადდა რამოდენიმე სტენდი სურ. 59. პირველი, სტროუ მილების წაგრძელების წნევაზე დამოკიდებულების შესასწავლა, ეს მახასიათებელი მნიშვნელოვან პარამეტრს წარმოადგენს იმის გასარკვევად თუ რა სიგრძით უნდა წაგრძელდეს სტროუ მილი მოდულის ჩარჩოში ჩამონტაჟებისას. მეორე, სტენდის მიზანია სწორად განვსაზღვროთ ის ძალა, რომელიც შეესაბამება ამ წაგრძელებას. ეს საჭიროა ჩარჩოზე მოქმედი დატვირთვის გასათვლელად.

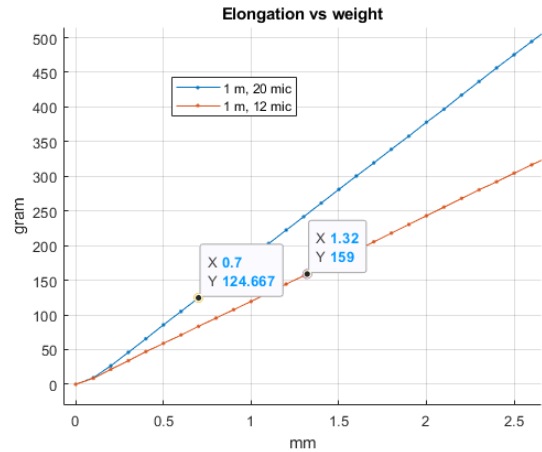
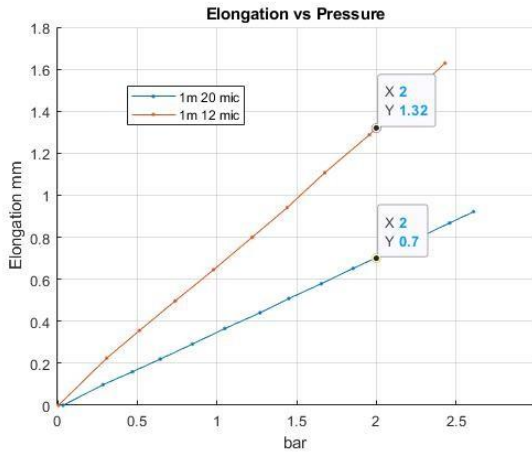


სურ. 59 სტროუ მილის წაგრძელების წნევაზე დამოკიდებულების სტენდი



სტროუ მილის დაჭიმულობის ძალის წაგრძელებაზე დამოკიდებულების სტენდი

გაზომვების შედეგები მოყვანილია შემდეგ სურათებზე სურ. 60.



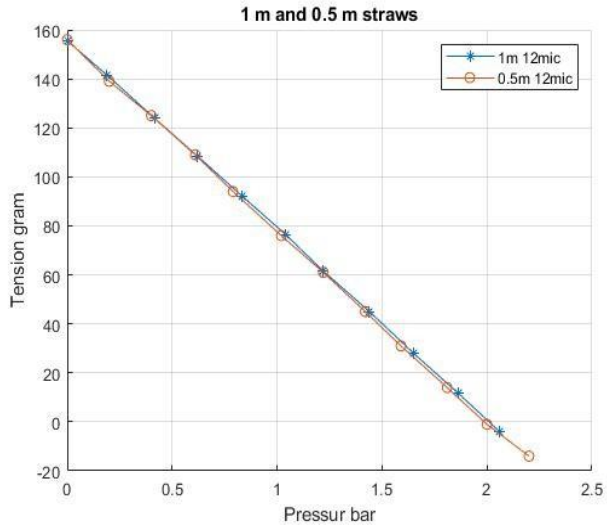
სურ. 60 სტროუ მილის წაგრძელების წნევაზე დამოკიდებულება

სტროუ მილის დაჭიმულობის ძალის წაგრძელებაზე დამოკიდებულება

მონაცემებიდან გამომდინარე ვხედავთ, რომ მინიმალური დაჭიმულობის ძალა უნდა აღემატებოდეს 150 გრამს. იხილეთ ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი.

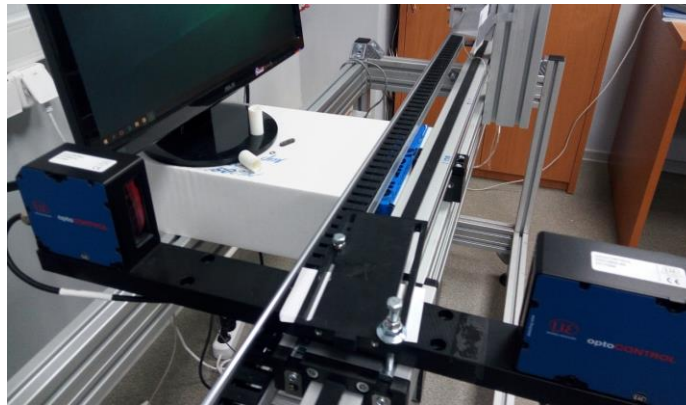
Straw numbers	Length	Diameter	Thickness	Elongation at 2 bar	Weight
1	1 m	5 mm	12 $\mu$ m	1.32 mm	159 g
1	1 m	5 mm	20 $\mu$ m	0.7 mm	124.7 g
1	0.5 m	5 mm	12 $\mu$ m	0.6 mm	105.5 g
1	0.5 m	5 mm	20 $\mu$ m	0.35 mm	112 g

მნიშვნელოვანი შედეგი მივიღეთ იმ სპეციფიური ამოცანისთვის რომელიც გადასაჭრელი იყო წრიული ფორმის ტრეკული მოდულისთვის. ვინაიდან ასეთი ფორმიდან გამომდინარე გვაქვს სხვადასხვა სიგრძის სტროუ მილები, რომლებზეც წნევის მიწოდება იწვევს დაჭიმულობის ძალის შემცირებას. ექსპერიმენტის შედეგად გაირკვა რომ წნევათა სხვაობის დროს დაჭიმულობის ძალის ვარდნა არაა დამოკიდებული სტროუ მილის სიგრძეზე. რაც ნაჩვენებია სურ. 61.

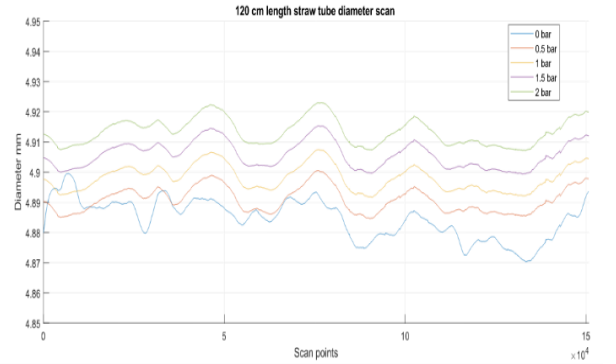
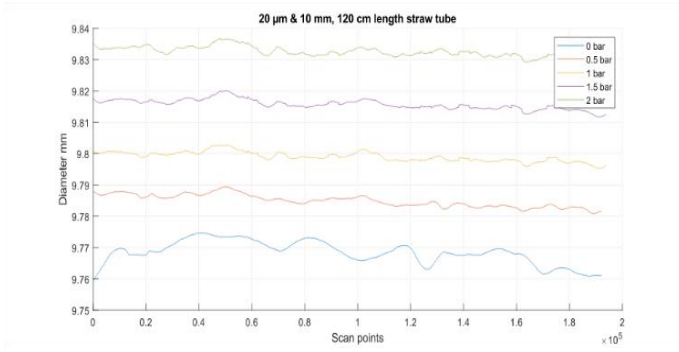


სურ. 61 სტროუ მილის დაჭიმულობის ძალის დამოკიდებულება წნევაზე

შემდეგი სტენდი შექმნილია სტროუ მილების დასასკანირებლად. იგი შედგება ლაზერული სკანერისგან და გამოიყენება სტროუ მილის ცილინდრული ფორმის და არაერთგვაროვნებების შესასწავლად სურ. 62. ამასთან ერთად ამავე სტენდის მეშვეობით შემოწმდა დიამეტრის წნევაზე დამოკიდებულებაც. შესადარებლად გამოკვლეულ იქნა სხვადასხვა სისქის და დიამეტრის სტროუ მილები.



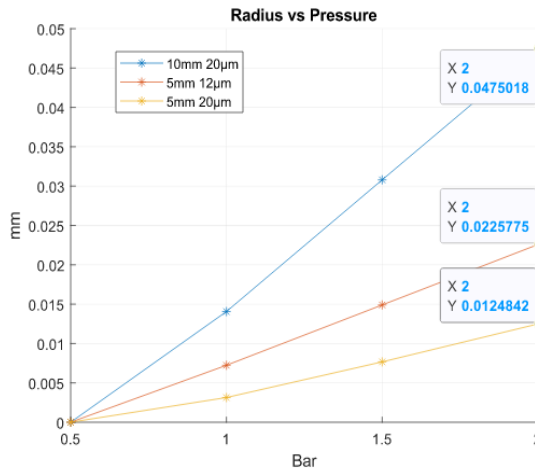
სურ. 62 სტროუ მილების ცილინდრული ფორმის დასასკანირებელი სტენდი



სურ. 63 2 სხვადასხვა 10 მმ სტროუ მილის სკანი 0 და 1 ბარ წნევაზე

სურ. 64 5 მმ სტროუ მილის სკანი 0, 1, 1,5 და 2 ბარ წნევებზე

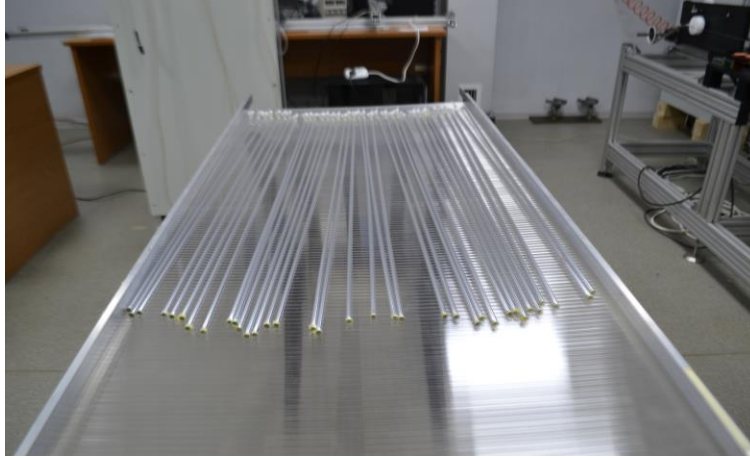
ექსპერიმენტისთვის შეირჩა 120 სმ-ის სიგრძის მილები. თითოეული მათგანი დასკანერდა 0-2 ბარ-ზე 0.5 ბარ ბიჯით. 0 ბარის დროს სკანირების შედეგებმა გამოავლინა მაილარში სხვადასხვა სიდიდის დაძაბულობები, რის გამოც სტროუ ვერ ინარჩუნებს ცილინდრულ ფორმას. მას ესაჭიროება წნევათა სხვაობა სურ. 63, 64 (ლურჯი გრაფიკი). როგორც კი, წნევა მეტია 0.5 ბარ-ზე, სტროუ აღადგენს რეალური ცილინდრულ ფორმას.



სურ. 65 5/10 მმ დიამეტრის 12/20 მკმ სისქის სტროუ მილების, დიამეტრების ცვლილების წნევაზე დამოკიდებულება

სურ. 65-ზე ნაჩვენებია 5 მმ დიამეტრის, 12/20 მკმ სტროუ მილების დიამეტრის წნევაზე დამოკიდებულების შედარება. გრაფიკებიდან ჩანს რომ, ერთიდაიგივე წნევის დროს 20 მკმ სისქის სტროუს დიამეტრის ნაზრდი 2 ჯერ ნაკლებია 12 მკმ სტროუს ნაზრდზე, ეს ლოგიკურია ვინაიდან სტროებს შორის სისქის სხვაობა ორჯერ განსხვავდება, შესაბამისად წნევასთან რეზისტენტობაც ორჯერ უფრო დიდია.





*სურ. 66 სტროუ მილები პროტოტიპისთვის*

სურ. 66-ზე ნაჩვენებია 5 მმ 120 ცალი საპილოტე სტროუ მილი რომელიც განკუთვნილია ახალი პროტოტიპისთვის. ყველა სტროუ შემოწმებულია შემუშავებული ხარისხის კონტროლის დასაცავად ყველა ტესტზე. ამჟამად, ეს სტროუები იმყოფება გრძელვადიან ტესტებზე, რის შემდეგაც მოხდება მათი პასპორტიზაცია და პროტოტიპში ჩამონტაჟება. პარალელურად, მიმდინარეობს ჩარჩოს და სტროუს სამაგრების მომზადება და ტესტირება, გაზური სისტემების გატესტვა და პარამეტრების დარეგულირება.

#### სამომავლო გეგმები

პროტოტიპის დასრულება, მომზადება ელექტრონულ ნაკადზე გასატესტად, მონაცემთა ანალიზი და მათზე დაყრდნობით შედეგების მომზადება.

#### 3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური



- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 6.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 6.3. კრებულები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

#### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

#### 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) სტატიის სათაური, ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.3. კრებულები

1) ავტორები

1.

2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

1 - 80. CMS Collaboration

81. B. Sabirov, G. Adamov, I. Glebov, T. Enik, E. Kaneva, A. Moiseenko, E. Romanov, N. Rybakov, A. Fedorov, Z. Tsamalaidze, N. Tsverava

82. [B. Boghrati](#) and ect.83. [K. Shchablo](#) and ect.84. [P. Cao](#) and ect.85. [A. Salaman](#) and ect.86. [A. Salaman](#) and ect.87. [S. Meola](#) and ect.88. [R. Hadjiiska](#) and ect.89. [M.AS. hah](#) and ect.90. [M.AS. hah](#) and ect.91. [Priyanka Kumari](#) and ect.92. [R. Aly](#) and ect.93. [W. Elmetenawee](#) and ect.94. [G. Ramirez-Sanchez](#) and ect.95. [J. Goh](#) and ect.96. [C. Uribe Estrada](#) and ect.97. [R. Reyes-Almanza](#) and ect.98. [E. Voevodina](#) and ect.99. [A. Gelmi](#) and ect.100. [R. Abramishvili](#) and ect.101. [K.S. Lee](#) and ect.102. [A. Fagot](#) and ect.103. [R.I. Rabadan](#) and ect.

104. [F. Lagarde](#) and ect.
105. [M.I. Pedraza-Morales](#) and ect.
106. [A.M.Sirunyan](#) and ect.
107. CDF Collaboration
108. CDF Collaboration
109. DUNE Collaboration
110. DUNE Collaboration
111. DUNE Collaboration
112. [A. Abed Abud](#) and ect.
113. [Adam Abed Abud](#) and ect.
114. [B. Abi](#) and ect.
115. [B. Abi](#) and ect.
116. [B. Abi](#) and ect.
117. [B. Abi](#) and ect.
118. [B. Abi](#) and ect.
119. [Babak Abi](#) and ect.
120. [Babak Abi](#) and ect.
121. [Babak Abi](#) and ect.
122. [Babak Abi](#) and ect.

2) სტატის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. Measurement of  $W_{\pm\gamma}$  differential cross sections in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV and effective field theory constraints

e-Print: [2111.13948](#) [hep-ex]

2. Search for heavy resonances decaying to ZZ or ZW and axion-like particles mediating nonresonant ZZ or ZH production at  $\sqrt{s} = 13$  TeV

e-Print: [2111.13669](#) [hep-ex]

3. Measurement and QCD analysis of double-differential inclusive jet cross sections in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV

e-Print: [2111.10431](#) [hep-ex]

4. Search for a heavy resonance decaying into a top quark and a W boson in the lepton+jets final state at  $\sqrt{s} = 13$  TeV

e-Print: [2111.10216](#) [hep-ex]

5. Response of a CMS HGCAL silicon-pad electromagnetic calorimeter prototype to 20-300 GeV positrons

e-Print: [2111.06855](#) [physics.ins-det]

6. Search for supersymmetry in final states with two or three soft leptons and missing transverse momentum in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV

e-Print: [2111.06296](#) [hep-ex]

7. Observation of triple  $J/\psi$  meson production in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV

e-Print: [2111.05370](#) [hep-ex]

8. Study of dijet events with large rapidity separation in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 2.76$  TeV

e-Print: [2111.04605](#) [hep-ex]

9. Search for long-lived particles produced in association with a Z boson in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2110.13218](#) [hep-ex]
10. Measurement of the inclusive and differential WZ production cross sections, polarization angles, and triple gauge couplings in pp collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2110.11231](#) [hep-ex]
11. First search for exclusive diphoton production at high mass with tagged protons in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2110.05916](#) [hep-ex]
12. Search for long-lived particles decaying to leptons with large impact parameter in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2110.04809](#) [hep-ex]
13. Analysis of the CP structure of the Yukawa coupling between the Higgs boson and  $\tau$  leptons in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2110.04836](#) [hep-ex]
14. Measurement of double-parton scattering in inclusive production of four jets with low transverse momentum in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2109.13822](#) [hep-ex]
15. Search for heavy resonances decaying to  $Z(\nu\nu)V(qq')$  in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2109.08268](#) [hep-ex]
16. Search for heavy resonances decaying to WW, WZ, or WH boson pairs in the lepton plus merged jet final state in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2109.06055](#) [hep-ex]
17. Study of quark and gluon jet substructure in Z+jet and dijet events from pp collisions  
e-Print: [2109.03340](#) [hep-ex]
18. Observation of  $B_0$ s mesons and measurement of the  $B_0$ s/ $B_+$  yield ratio in PbPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV  
e-Print: [2109.01908](#) [hep-ex]
19. Observation of  $tW$  production in the single-lepton channel in pp collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
DOI: [10.1007/JHEP11\(2021\)111](#)
20. Measurement of the top quark mass using events with a single reconstructed top quark in pp collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2108.10407](#) [hep-ex]
21. Measurement of differential  $t\bar{t}$  production cross sections in the full kinematic range using lepton+jets events from proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2108.02803](#) [hep-ex]
22. Probing effective field theory operators in the associated production of top quarks with a Z boson in multilepton final states at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2107.13896](#) [hep-ex]

23. Search for chargino-neutralino production in events with Higgs and W bosons using 137 fb<sup>-1</sup> of proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
DOI: [10.1007/JHEP10\(2021\)045](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2021)045)
24. Search for new particles in events with energetic jets and large missing transverse momentum in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
DOI: [10.1007/JHEP11\(2021\)153](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)153)
25. Measurement of the inclusive and differential Higgs boson production cross sections in the decay mode to a pair of  $\tau$  leptons in pp collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2107.11486](https://arxiv.org/abs/2107.11486) [hep-ex]
26. Search for long-lived particles decaying in the CMS endcap muon detectors in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2107.04838](https://arxiv.org/abs/2107.04838) [hep-ex]
27. Measurement of prompt open-charm production cross sections in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2107.01476](https://arxiv.org/abs/2107.01476) [hep-ex]
28. Measurement of the inclusive and differential tt $\bar{t}$  cross sections in the single-lepton channel and EFT interpretation at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2107.01508](https://arxiv.org/abs/2107.01508) [hep-ex]
29. Measurements of the electroweak diboson production cross sections in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 5.02$  TeV using leptonic decays  
DOI: [10.1103/PhysRevLett.127.191801](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.191801)
30. Search for electroweak production of charginos and neutralinos in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2106.14246](https://arxiv.org/abs/2106.14246) [hep-ex]
31. Fragmentation of jets containing a prompt J/ $\psi$  meson in PbPb and pp collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV  
e-Print: [2106.13235](https://arxiv.org/abs/2106.13235) [hep-ex]
32. Measurement of the electroweak production of Z $\gamma$  and two jets in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV and constraints on anomalous quartic gauge couplings  
DOI: [10.1103/PhysRevD.104.072001](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.072001)
33. Search for W $\gamma$  resonances in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV using hadronic decays of Lorentz-boosted W bosons  
e-Print: [2106.10509](https://arxiv.org/abs/2106.10509) [hep-ex]
34. Search for a heavy Higgs boson decaying into two lighter Higgs bosons in the  $\tau$   $\tau$ bb final state at 13 TeV  
DOI: [10.1007/JHEP11\(2021\)057](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)057)
35. Study of Z boson plus jets events using variables sensitive to double-parton scattering in pp collisions at 13 TeV  
DOI: [10.1007/JHEP10\(2021\)176](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2021)176)

36. Measurements of the  $pp \rightarrow W_{\pm}\gamma\gamma$  and  $pp \rightarrow Z\gamma\gamma$  cross sections at  $\sqrt{s} = 13$  TeV and limits on anomalous quartic gauge couplings  
DOI: [10.1007/JHEP10\(2021\)174](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2021)174)
37. Search for strongly interacting massive particles generating trackless jets in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
e-Print: [2105.09178](https://arxiv.org/abs/2105.09178) [hep-ex]
38. Search for lepton-flavor violating decays of the Higgs boson in the  $\mu\tau$  and  $e\tau$  final states in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
DOI: [10.1103/PhysRevD.104.032013](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.032013)
39. Search for long-lived particles decaying to jets with displaced vertices in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
DOI: [10.1103/PhysRevD.104.052011](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.052011)
40. Search for a heavy resonance decaying to a top quark and a W boson at  $\sqrt{s} = 13$  TeV in the fully hadronic final state  
e-Print: [2104.12853](https://arxiv.org/abs/2104.12853) [hep-ex]
41. Constraints on anomalous Higgs boson couplings to vector bosons and fermions in its production and decay using the four-lepton final state  
DOI: [10.1103/PhysRevD.104.052004](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.052004)
42. Test beam characterization of sensor prototypes for the CMS Barrel MIP Timing Detector  
DOI: [10.1088/1748-0221/16/07/P07023](https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/07/P07023)
43. Search for charged Higgs bosons produced in vector boson fusion processes and decaying into vector boson pairs in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
DOI: [10.1140/epjc/s10052-021-09472-3](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09472-3)
44. Search for  $W'$  bosons decaying to a top and a bottom quark at  $\sqrt{s} = 13$  TeV in the hadronic final state  
DOI: [10.1016/j.physletb.2021.136535](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136535) (publication)
45. Precision luminosity measurement in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV in 2015 and 2016 at CMS  
DOI: [10.1140/epjc/s10052-021-09538-2](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09538-2)
46. Constraints on the initial state of PbPb collisions via measurements of Z boson yields and azimuthal anisotropy at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV  
DOI: [10.1103/PhysRevLett.127.102002](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.102002) (publication)
47. Measurements of Higgs boson production cross sections and couplings in the diphoton decay channel at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
DOI: [10.1007/JHEP07\(2021\)027](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2021)027)
48. Measurements of production cross sections of the Higgs boson in the four-lepton final state in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
DOI: [10.1140/epjc/s10052-021-09200-x](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09200-x)
49. Using Z boson events to study parton-medium interactions in PbPb collisions  
e-Print: [2103.04377](https://arxiv.org/abs/2103.04377) [hep-ex]
50. Search for resonant and nonresonant new phenomena in high-mass dilepton final states at  $\sqrt{s} = 13$  TeV



DOI: [10.1007/JHEP07\(2021\)208](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2021)208)

51. Search for top squark production in fully-hadronic final states in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV

DOI: [10.1103/PhysRevD.104.052001](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.052001)

52. Study of Drell–Yan dimuon production in proton-lead collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$  TeV

DOI: [10.1007/JHEP05\(2021\)182](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)182)

53. Evidence for X(3872) in PbPb collisions and studies of its prompt production at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV

e-Print: [2102.13048](https://arxiv.org/abs/2102.13048) [hep-ex]

54. Hard color-singlet exchange in dijet events in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV

DOI: [10.1103/PhysRevD.104.032009](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.032009)

55. Search for top squarks in final states with two top quarks and several light-flavor jets in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV

DOI: [10.1103/PhysRevD.104.032006](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.032006)

56. Performance of the CMS Zero Degree Calorimeters in pPb collisions at the LHC

DOI: [10.1088/1748-0221/16/05/P05008](https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/05/P05008)

57. Performance of the CMS muon trigger system in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV

DOI: [10.1088/1748-0221/16/07/P07001](https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/07/P07001)

58. Observation of a new excited beauty strange baryon decaying to  $\Xi^- b \pi^+ \pi^-$

DOI: [10.1103/PhysRevLett.126.252003](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.252003)

59. Measurements of the differential cross sections of the production of Z + jets and  $\gamma$  + jets and of Z boson emission collinear with a jet in pp collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV

DOI: [10.1007/JHEP05\(2021\)285](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)285)

60. In-medium modification of dijets in PbPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV

DOI: [10.1007/JHEP05\(2021\)116](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)116)

61. Combined searches for the production of supersymmetric top quark partners in proton–proton collisions at  $\sqrt{s}=13$ TeV

DOI: [10.1140/epjc/s10052-021-09721-5](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09721-5)

62. Search for a heavy vector resonance decaying to a Z boson and a Higgs boson in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=13$ TeV

DOI: [10.1140/epjc/s10052-021-09348-6](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09348-6)

63. Measurement of the  $W\gamma$  Production Cross Section in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s}=13$  TeV and Constraints on Effective Field Theory Coefficients

DOI: [10.1103/PhysRevLett.126.252002](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.252002)

64. First measurement of large area jet transverse momentum spectra in heavy-ion collisions

DOI: [10.1007/JHEP05\(2021\)284](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)284)

65. Construction and commissioning of CMS CE prototype silicon modules  
DOI: 10.1088/1748-0221/16/04/T04002
66. The DAQ system of the 12,000 channel CMS high granularity calorimeter prototype  
DOI: 10.1088/1748-0221/16/04/T04001
67. Studies of charm and beauty hadron long-range correlations in pp and pPb collisions at LHC energies  
DOI: 10.1016/j.physletb.2020.136036
68. Search for the lepton flavor violating decay  $\tau \rightarrow 3\mu$  in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
DOI: 10.1007/JHEP01(2021)163
69. Measurements of angular distance and momentum ratio distributions in three-jet and Z + two-jet final states in pp collisions  
DOI: 10.1140/epjc/s10052-021-09570-2
70. Observation of tW production in the single-lepton channel in pp collisions at  $s = 13$  TeV  
DOI: 10.1007/JHEP11(2021)111
71. Search for new physics in top quark production with additional leptons in proton-proton collisions at  $s = 13$  TeV using effective field theory  
DOI: 10.1007/JHEP03(2021)095
72. Observation of Forward Neutron Multiplicity Dependence of Dimuon Acoplanarity in Ultraperipheral Pb-Pb Collisions at  $s_{NN}=5.02$  TeV  
DOI: 10.1103/PhysRevLett.127.122001
73. Development and validation of HERWIG 7 tunes from CMS underlying-event measurements  
DOI: 10.1140/epjc/s10052-021-08949-5
74. MUSiC: a model-unspecific search for new physics in proton-proton collisions at  $s=13$ TeV  
DOI: 10.1140/epjc/s10052-021-09236-z
75. Measurements of  $pp \rightarrow ZZ$  production cross sections and constraints on anomalous triple gauge couplings at  $s=13$ TeV  
DOI: 10.1140/epjc/s10052-020-08817-8
76. Measurement of differential  $tt^-$  production cross sections using top quarks at large transverse momenta in pp collisions at  $s = 13$  TeV  
DOI: 10.1103/PhysRevD.103.052008
77. Evidence for electroweak production of four charged leptons and two jets in proton-proton collisions at  $s = 13$  TeV  
DOI: 10.1016/j.physletb.2020.135992
78. Measurement of the CP-violating phase  $\phi_s$  in the  $B_s^0 \rightarrow J/\psi\phi(1020) \rightarrow \mu^+\mu^-K^+K^-$  channel in proton-proton collisions at  $s = 13$  TeV  
DOI: 10.1016/j.physletb.2021.136188
79. Measurement of the azimuthal anisotropy of Image 1 and Image 2 mesons in PbPb collisions at  $s_{NN}=5.02$ TeV  
DOI: 10.1016/j.physletb.2021.136385

80. Measurement of b jet shapes in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 5.02$  TeV  
DOI: [10.1007/JHEP05\(2021\)054](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)054)
81. Installation for the manufacture of straw detectors in the COMET experiment  
ISSN 1547-4771
82. CMS phase-II upgrade of the RPC Link System  
DOI: [10.1088/1748-0221/16/05/C05003](https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/05/C05003)
83. Front-end electronics for CMS iRPC detectors  
DOI: [10.1088/1748-0221/16/05/C05002](https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/05/C05002)
84. Research and development of the back-end electronics for the two-dimensional improved resistive plate chambers in CMS upgrade  
DOI: [10.1007/s41605-020-00229-2](https://doi.org/10.1007/s41605-020-00229-2)
85. A new approach for CMS RPC current monitoring using Machine Learning techniques  
DOI: [10.1088/1748-0221/15/10/C10009](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/10/C10009)
86. RPC system in the CMS Level-1 Muon Trigger  
DOI: [10.1088/1748-0221/15/10/C10007](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/10/C10007)
87. Towards a two-dimensional readout of the improved CMS Resistive Plate Chamber with a new front-end electronics  
DOI: [10.1088/1748-0221/16/04/C04001](https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/04/C04001)
88. CMS RPC background — studies and measurements  
DOI: [10.1088/1748-0221/16/04/C04005](https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/04/C04005)
89. Experiences from the RPC data taking during the CMS RUN-2  
DOI: [10.1088/1748-0221/15/10/C10027](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/10/C10027)
90. CMS RPC activities during LHC LS-2  
DOI: [10.1088/1748-0221/15/10/C10025](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/10/C10025)
91. Improved-RPC for the CMS muon system upgrade for the HL-LHC  
DOI: [10.1088/1748-0221/15/11/C11012](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/11/C11012)
92. Aging Study on Resistive Plate Chambers of the CMS Muon Detector for HL-LHC  
DOI: [10.1088/1748-0221/15/11/C11002](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/11/C11002)
93. Effects of the electronic threshold on the performance of the RPC system of the CMS experiment  
DOI: [10.1088/1748-0221/15/09/C09025](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/09/C09025)
94. Search for Heavy Stable Charged Particles in the CMS Experiment using the RPC Phase II upgraded detectors  
DOI: [10.1088/1748-0221/14/11/C11011](https://doi.org/10.1088/1748-0221/14/11/C11011)
95. CMS RPC efficiency measurement using the tag-and-probe method  
DOI: [10.1088/1748-0221/14/10/C10020](https://doi.org/10.1088/1748-0221/14/10/C10020)

96. RPC radiation background simulations for the high luminosity phase in the CMS experiment  
DOI: [10.1088/1748-0221/14/09/C09045](https://doi.org/10.1088/1748-0221/14/09/C09045)
97. High voltage calibration method for the CMS RPC detector  
DOI: [10.1088/1748-0221/14/09/C09046](https://doi.org/10.1088/1748-0221/14/09/C09046)
98. RE3/1 & RE4/1 RPC chambers integration in the inner region of the forward muon spectrometer in the CMS experiment  
DOI: [10.1088/1748-0221/14/10/C10027](https://doi.org/10.1088/1748-0221/14/10/C10027)
99. Longevity studies on the CMS-RPC system  
DOI: [10.1088/1748-0221/14/05/C05012](https://doi.org/10.1088/1748-0221/14/05/C05012)
100. COMET Phase-I Technical Design Report  
DOI: [10.1093/ptep/ptz125](https://doi.org/10.1093/ptep/ptz125) (publication)
101. Study of Thin Double-Gap RPCs for the CMS Muon System  
DOI: [10.3938/jkps.73.1080](https://doi.org/10.3938/jkps.73.1080)
102. Fast timing measurement for CMS RPC Phase-II upgrade  
DOI: [10.1088/1748-0221/13/09/C09001](https://doi.org/10.1088/1748-0221/13/09/C09001)
103. Long-term performance and longevity studies of the CMS Resistive Plate Chambers  
DOI: [10.1088/1748-0221/13/08/P08024](https://doi.org/10.1088/1748-0221/13/08/P08024)
104. High Rate RPC detector for LHC  
DOI: [10.1088/1748-0221/14/10/C10037](https://doi.org/10.1088/1748-0221/14/10/C10037)
105. RPC upgrade project for CMS Phase II  
DOI: [10.1088/1748-0221/15/05/C05072](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/05/C05072)
106. Performance of the CMS muon detector and muon reconstruction with proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV  
DOI: [10.1088/1748-0221/13/06/P06015](https://doi.org/10.1088/1748-0221/13/06/P06015)
107. A novel measurement of initial-state gluon radiation in hadron collisions using Drell-Yan events  
e-Print: 2110.14878 [hep-ex]
108. Measurement of the charge asymmetry of electrons from the decays of W bosons produced in  $p\bar{p}$  collisions at  $\sqrt{s}=1.96$  TeV  
DOI: 10.1103/PhysRevD.104.092002
109. Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) Near Detector Conceptual Design Report  
<https://doi.org/10.3390/instruments5040031>
110. Low exposure long-baseline neutrino oscillation sensitivity of the DUNE experiment  
e-Print: 2109.01304 [hep-ex]
111. Design, construction and operation of the ProtoDUNE-SP Liquid Argon TPC

e-Print: 2108.01902 [physics.ins-det]

112. Searching for solar KDAR with DUNE

DOI: [10.1088/1475-7516/2021/10/065](https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/10/065)

113. Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) Near Detector Conceptual Design Report

DOI: [10.3390/instruments5040031](https://doi.org/10.3390/instruments5040031)

114. Prospects for beyond the Standard Model physics searches at the Deep Underground Neutrino Experiment

DOI: [10.1140/epjc/s10052-021-09007-w](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09007-w)

115. Supernova neutrino burst detection with the Deep Underground Neutrino Experiment

DOI: [10.1140/epjc/s10052-021-09166-w](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09166-w)

116. First results on ProtoDUNE-SP liquid argon time projection chamber performance from a beam test at the CERN Neutrino Platform

DOI: [10.1088/1748-0221/15/12/P12004](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/12/P12004)

117. Neutrino interaction classification with a convolutional neural network in the DUNE far detector

DOI: [10.1103/PhysRevD.102.092003](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.102.092003)

118. Long-baseline neutrino oscillation physics potential of the DUNE experiment

DOI: [10.1140/epjc/s10052-020-08456-z](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-020-08456-z)

119. Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), Far Detector Technical Design Report, Volume III: DUNE Far Detector Technical Coordination

DOI: [10.1088/1748-0221/15/08/T08009](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/08/T08009)

120. Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), Far Detector Technical Design Report, Volume I Introduction to DUNE

DOI: [10.1088/1748-0221/15/08/T08008](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/08/T08008)

121. Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), Far Detector Technical Design Report, Volume II: DUNE Physics

e-Print: [2002.03005](https://arxiv.org/abs/2002.03005) [hep-ex]

122. Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), Far Detector Technical Design Report, Volume IV: Far Detector Single-phase Technology

DOI: [10.1088/1748-0221/15/08/T08010](https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/08/T08010)

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. arXiv:2111.13948 [hep-ex], CMS-SMP-20-005, CERN-EP-2021-219

2. arXiv:2111.13669 [hep-ex], CMS-B2G-20-013, CERN-EP-2021-220

3. arXiv:2111.10431 [hep-ex], CMS-SMP-20-011, CERN-EP-2021-221

4. arXiv:2111.10216 [hep-ex], CMS-B2G-20-010, CERN-EP-2021-223

5. physics.ins-det 2111.06855

6. arXiv:2111.06296 [hep-ex], CMS-SUS-18-004, CERN-EP-2021-168

7. arXiv:2111.05370 [hep-ex], CMS-BPH-21-004, CERN-EP-2021-215

8. arXiv:2111.04605 [hep-ex], CMS-FSQ-13-004, CERN-EP-2021-173

9. arXiv:2110.13218 [hep-ex], CMS-EXO-20-003, CERN-EP-2021-198
10. arXiv:2110.11231 [hep-ex], CMS-SMP-20-014, CERN-EP-2021-163
11. arXiv:2110.05916 [hep-ex], CMS-EXO-18-014, TOTEM-2021-002, CERN-EP-2021-191
12. arXiv:2110.04809 [hep-ex], CMS-EXO-18-003, CERN-EP-2021-196
13. arXiv:2110.04836 [hep-ex], CMS-SMP-20-007, CERN-EP-2021-171
14. arXiv:2109.13822 [hep-ex], CMS-SMP-20-007, CERN-EP-2021-171
15. arXiv:2109.08268 [hep-ex], CMS-B2G-20-008, CERN-EP-2021-158
16. arXiv:2109.06055 [hep-ex], CMS-B2G-19-002, CERN-EP-2021-159
17. arXiv:2109.03340 [hep-ex], CMS-SMP-20-010, CERN-EP-2021-161
18. arXiv:2109.01908 [hep-ex], CMS-HIN-19-011, CERN-EP-2021-141
19. JHEP 11 (2021), 111
20. arXiv:2108.10407 [hep-ex], CMS-TOP-19-009, CERN-EP-2021-124
21. arXiv:2108.02803 [hep-ex], CMS-TOP-20-001, CERN-EP-2021-135
22. arXiv:2107.13896 [hep-ex], CMS-TOP-21-001, CERN-PH-2021-126
23. JHEP 10 (2021), 045
24. JHEP 11 (2021), 153
25. arXiv:2107.11486 [hep-ex], CMS-HIG-20-015, CERN-EP-2021-134
26. arXiv:2107.04838 [hep-ex], CMS-EXO-20-015, CERN-EP-2021-125
27. arXiv:2107.01476 [hep-ex], CMS-BPH-18-003, CERN-EP-2021-085
28. arXiv:2107.01508 [hep-ex], CMS-TOP-18-010, CERN-EP-2021-117
29. Phys.Rev.Lett. 127 (2021) 19, 191801
30. arXiv:2106.14246 [hep-ex], CMS-SUS-19-012, CERN-EP-2021-097
31. arXiv:2106.13235 [hep-ex], CMS-HIN-19-007, CERN-EP-2021-104
32. Phys.Rev.D 104 (2021), 072001
33. arXiv:2106.10509 [hep-ex], CMS-EXO-20-001, CERN-EP-2021-102
34. JHEP 11 (2021), 057
35. JHEP 10 (2021), 176
36. JHEP 10 (2021), 174
37. arXiv:2105.09178 [hep-ex], CMS-EXO-17-010, CERN-EP-2021-029
38. Phys.Rev.D 104 (2021) 3, 032013
39. Phys.Rev.D 104 (2021) 5, 052011
40. arXiv:2104.12853 [hep-ex], CMS-B2G-19-003, CERN-EP-2021-044
41. Phys.Rev.D 104 (2021) 5, 052004
42. JINST 16 (2021) 07, P07023, Journal of Instrumentation, Volume 16, July 2021
43. Eur.Phys.J.C 81 (2021) 8, 723
44. Phys.Lett.B 820 (2021), 136535
45. Eur.Phys.J.C 81 (2021) 9, 800
46. Phys.Rev.Lett. 127 (2021) 10, 102002
47. JHEP 07 (2021), 027
48. Eur.Phys.J.C 81 (2021) 6, 488
49. arXiv:2103.04377 [hep-ex], CMS-HIN-19-006, CERN-EP-2021-014
50. JHEP 07 (2021), 208
51. Phys.Rev.D 104 (2021) 5, 052001
52. JHEP 05 (2021), 182
53. arXiv:2102.13048 [hep-ex], CMS-HIN-19-005, CERN-EP-2021-023
54. Phys.Rev.D 104 (2021), 032009
55. Phys.Rev.D 104 (2021) 3, 032006
56. JINST 16 (2021) 05, P05008
57. JINST 16 (2021), P07001

58. Phys.Rev.Lett. 126 (2021) 25, 252003
59. JHEP 05 (2021), 285
60. JHEP 05 (2021), 116
61. The European Physical Journal C 81 (11), 970
62. The European Physical Journal C 81 (8), 688
63. Phys. Rev. Lett. 126, 252002
64. Journal of High Energy Physics, 5 (2021), 284
65. Journal of Instrumentation, 16, T04002
66. Journal of Instrumentation 16, T04001
67. Physics Letters B,V 813, 136036
68. Journal of high energy physics, Issue 1
69. The European Physical Journal C Part Fields. 81 (9)
70. JHEP 11 (2021) 111
71. JHEP 03 (2021) 095
72. Phys.Rev.Lett. 127 (2021) 12, 122001
73. Eur.Phys.J.C 81 (2021) 4, 312
74. Eur.Phys.J.C 81 (2021) 7, 629
75. Eur.Phys.J.C 81 (2021) 3, 200
76. Phys.Rev.D 103 (2021) 5, 052008
77. Phys.Lett.B 812 (2021) 135992
78. Phys.Lett.B 816 (2021) 136188
79. Phys.Lett.B 819 (2021) 136385
80. JHEP 05 (2021) 054
81. Physics of Particles and Nucleir Letters, volume 19, issue 2
82. *JINST* 16 (2021) 05, C05003
83. *JINST* 16 (2021) 05, C05002
84. *Rad.Det.Tech.Meth.* 5 (2021) 2, 181-191
85. *JINST* 15 (2020) 10, C10009
86. *JINST* 15 (2020) 10, C10007
87. *JINST* 16 (2021) 04, C04001
88. *JINST* 16 (2021) 04, C04005
89. *JINST* 15 (2020) 10, C10027
90. *JINST* 15 (2020) 10, C10025
91. *JINST* 15 (2020) 11, C11012
92. *JINST* 15 (2020) 11, C11002
93. *JINST* 15 (2020) 09, C09025
94. *JINST* 14 (2019) 11, C11011
95. *JINST* 14 (2019) 10, C10020
96. *JINST* 14 (2019) 09, C09045
97. *JINST* 14 (2019) 09, C09046
98. *JINST* 14 (2019) 10, C10027
99. *JINST* 14 (2019) 05, C05012
100. *PTEP* 2020 (2020) 3, 033C01
101. *J.Korean Phys.Soc.* 73 (2018) 8, 1080-1087
102. *JINST* 13 (2018) 09, C09001
103. *JINST* 13 (2018) 08, P08024
104. *JINST* 14 (2019) 10, C10037
105. *JINST* 15 (2020) 05, C05072
106. *JINST* 13 (2018) 06, P06015

107. arXiv:2110.14878 [hep-ex]
108. Phys.Rev.D 104 (2021) 9, 092002
109. *Instruments* 2021, 5(4), 31
110. arXiv:2109.01304 [hep-ex], FERMILAB-PUB-21-391-ND
111. arXiv:2108.01902 [physics.ins-det], FERMILAB-PUB-21-332-ND
112. *JCAP* 10 (2021) 065
113. *Instruments* 5 (2021) 4, 31
114. *Eur.Phys.J.C* 81 (2021) 4, 322
115. *Eur.Phys.J.C* 81 (2021) 5, 423
116. *JINST* 15 (2020) 12, P12004
117. *Phys.Rev.D* 102 (2020) 9, 092003
118. *Eur.Phys.J.C* 80 (2020) 10, 978
119. *JINST* 15 (2020) 08, T08009
120. *JINST* 15 (2020) 08, T08008
121. arXiv:[20002.3005](https://arxiv.org/abs/20002.3005)
122. *JINST* 15 (2020) 08, T08010

4) გვერდების რაოდენობა

1. 54
2. 44
3. 66
4. 38
5. 29
6. 54
7. 36
8. 40
9. 36
10. 72
11. 31
12. 44
13. 64
14. 60
15. 42
16. 46
17. 52
18. 36
19. 38
20. 54
21. 116
22. 50
23. 44
24. 72
25. 32
26. 30
27. 44
28. 52
29. 32
30. 68
31. 34



32. 46  
33. 37  
34. 52  
35. 42  
36. 36  
37. 34  
38. 50  
39. 48  
40. 42  
41. 78  
42. 28  
43. 44  
44. 39  
45. 60  
46. 34  
47. 82  
48. 66  
49. 32  
50. 58  
51. 70  
52. 46  
53. 29  
54. 55  
55. 42  
56. 17  
57. 54  
58. 32  
59. 40  
60. 46  
61. 35  
62. 31  
63. 18  
64. 48  
65. 40  
66. 21  
67. 25  
68. 37  
69. 27  
70. 38  
71. 50  
72. 34  
73. 64  
74. 68  
75. 44  
76. 62  
77. 38  
78. 42  
79. 33  
80. 33

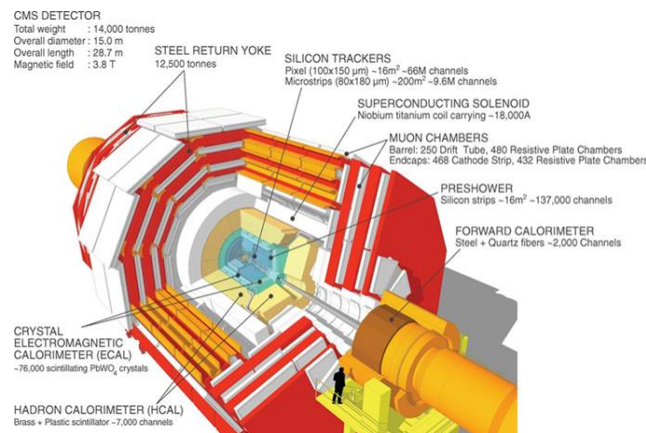
81. 10  
 82. 10  
 83. 9  
 84. 11  
 85. 9  
 86. 9  
 87. 9  
 88. 8  
 89. 9  
 90. 8  
 91. 11  
 92. 10  
 93. 7  
 94. 12  
 95. 7  
 96. 8  
 97. 8  
 98. 5  
 99. 8  
 100. 86  
 101. 8  
 102. 12  
 103. 10  
 104. 10  
 105. 10  
 106. 53  
 107. 14  
 108. 27  
 109. 250  
 110. 32  
 111. 119  
 112. 32  
 113. 250  
 114. 51  
 115. 26  
 116. 104  
 117. 20  
 118. 34  
 119. 209  
 120. 244  
 121. 357  
 122. 672

***ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)***

CMS ექსპერიმენტის (სურ.67) I და II რანების ყველაზე მნიშვნელოვანი შედეგია ჰიგსის ბოზონის დამზერა და მისი თვისებების დეტალური შესწავლა. VBF (Vector Boson Fusion - ვექტორული ბოზონების შერწყმა) მექანიზმის საშუალებით ჰიგსის ბოზონის დაბადება, ალბათობის სიდიდით მეორე პროცესია და ხასიათდება წინა არეში ორი ენერგეტიკული ჭავლის (ჯეტის) წარმოქმნით. VBF მექანიზმით წარმოქმნილი

ჰიგსის ბოზონის, ან სხვა მძიმე ნაწილაკის (მაგალითად მძიმე კვარკონიუმის) შესასწავლად ორი მთავარი კომპონენტია საჭირო - მიონური სისტემა, რადგან ეს ნაწილაკები ძირითად იზღებთან მიონებად, და ე.წ. წინა კალორიმეტრი, რათა მოხდეს წინ მიმართული ორი ენერგეტიკული ჭავლის დეტექტირება. CMS ექსპერიმენტული დანადგარის ეს ორი მთავარი ნაწილი ასევე იქნება გამოყენებული მაღალი ნათების პირობებში VBF პროცესების შესასწავლად.

ბოლო წლებში სილიციუმის ფოტოგამამრავლებელი (SiPM - Silicon Photo Multipliers) ბევრ ექსპერიმენტში გამოიყენება, როგორც ფოტოდეტექტორი. რადგან SiPM-ბი მაღალი ენერგიების ექსპერიმენტებში მუშაობენ დიდი რადიაციის პირობებში, მათ მახასიათებლებზე მაიონიზებული რადიაციის გავლენის ცოდნა მეტად მნიშვნელოვანია. ამ ზემოქმედების შესწავლა დღემდე არ მომხდარა რეალურ დროში - SiPM ჯერ სხივდებოდა და შემდეგ ხდებოდა მისი პარამეტრების გაზომვა. ჩვენ ვაპირებთ ახლებურად, რეალურ დროში გავზომოთ რადიაციის გავლენა და შევარჩიოთ რადიაციულად გამძლე SiPM-ბი CMS-ის მაღალი გრანულირების კალორიმეტრისთვის (High Granularity Calorimeter - HGC).



სურ. 67. არსებული CMS დეტექტორის სქემა

პროგრამა FLUKA-თი მიღებული მოდელირების შედეგები აჩვენებს, რომ ჩვენთვის საინტერესო არეში, სადაც მაღალი გრანულირების HGC კალორიმეტრი და სილიციონური ფოტოგამამრავლებლები იქნება მოთავსებული, მაქსიმალური ნაკადი იქნება  $10^{16}$  /სმ<sup>2</sup>, ხოლო მაქსიმალური დოზა დაახლოებით 2 მეგაგრეი.

### მაღალი გრანულირების კალორიმეტრი - HGC

HL-LHC ექნება 10-ჯერ მეტი ინტეგრირებული ნათება ვიდრე LHC-ს, რაც მნიშვნელოვანი პრებლემა გახდება დეტექტორების რადიაციული მდგრადობისა და სიგნალების ზედდებისადმი. HL-LHC-ის განახლების პროგრამის ფარგლებში CMS კოლაბორაცია გეგმავს მაღალი გრანულირების კალორიმეტრის (HGC) შექმნას, რომელიც შეცვლის არსებული კალორიმეტრების ე.წ. დისკურ ნაწილებს.

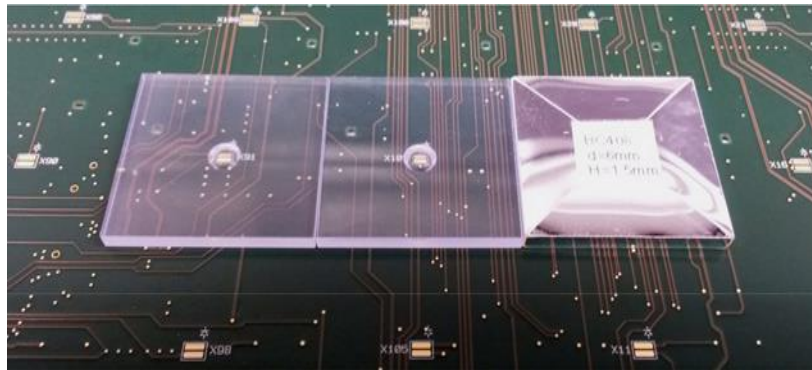
ახალი კალორიმეტრების კონსტრუქციაში აქტიურ ნივთიერებად წინა ნაწილში გამოყენებული იქნება სილიციუმის სენსორი, ხოლო უკანა მხარეს პლასტიკური სცინტილატორი. სცინტილატორის შუქის რეგისტრაცია მოხდება SiPM-ით (სილიციუმის ფოტოგამამრავლებლებით).

### მაღალი გრანულირების კალორიმეტრის ადრონული ნაწილი (CE-H)

ადრონული ნაწილისთვის სცინტილატორზე მიმაგრებული სილიციუმის ფოტოგამამრავლებელია შერჩეული. სილიციუმის ფოტოგამამრავლებლების ძირითადი მახასიათებლები მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში, ხოლო სცინტილატორის და სილიციუმის ფოტოგამამრავლებლის კონფიგურაცია მოცემულია სურ.68-ზე.

ცხრილი. SiPM მახასიათებლები

ეფექტური ფოტომგრძობიარე არე	2 მმ <sup>2</sup>
პიქსელების ეფექტური ფოტომგრძობიარე არე	15 მკმ
პიქსელების რაოდენობა	7500
შევსების გეომეტრიული ფაქტორი	50%
სპექტრალური მგრძობიარობის არე	320–900 ნმ
მგრძობიარობის პიკი	460 ნმ
ფოტონების დეტექტირების ეფექტურობა პიკში	30%
გამაძლიერების კოეფიციენტი	$2 \times 10^5$
პიქსელის აღდგენის დრო	10 ნმ
გარღვევის ძაბვა (VBR)	$65 \pm 10$ ვ
სამუშაო ძაბვა	VBR + (2–3) ვ
ბნელი დენი (დაუსხივებელის) 23° C	100 კპკ



სურ. 68. სცინტილატორი SiPM-თან ერთად.

### მიონური სისტემა და RPC დეტექტორები

ჯგუფი აქტიურად მონაწილეობს ცერნის დიდ ადრონულ კოლაიდერზე მიმდინარე CMS ექსპერიმენტის მიონური სისტემის RPC (*Resistive Plate Chamber - რეზისტული ფირფიტის კამერები*) დეტექტორების მოდერნიზაციასთან დაკავშირებულ კვლევით სამუშაოებში.

როგორც ექსპერიმენტის სახელწოდებიდანაც ჩანს, მიონური სისტემა დანადგარის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ნაწილია. კოლაიდერულ ექსპერიმენტებზე მიონების დეტექტირება ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგან მათი გამოყოფა შედარებით ადვილია ადრონული კოლაიდერებისთვის დამახასიათებელ დიდ ფონზე.

CMS-ის მიონურ სისტემის ძირითადი ფუნქციებია:

- მიონების იდენტიფიკაცია

- მათი იმპულსის გაზომვა
- ტრიგერული სიგნალის გამომუშავება.
- სინქრონიზაციისთვის საჭირო BX (Bunch-Crossing) სიგნალის გამომუშავება

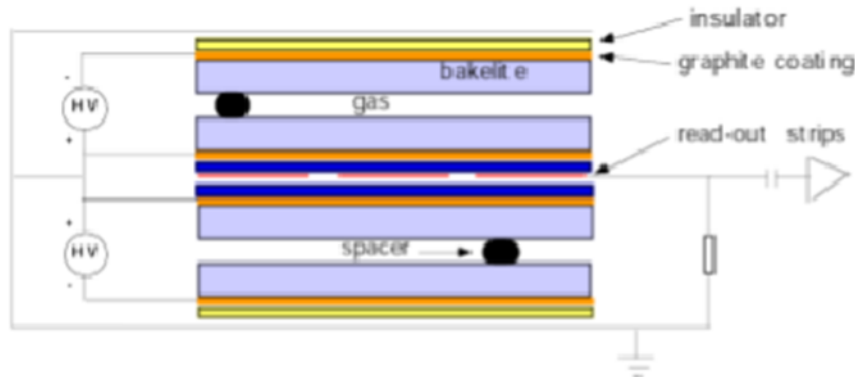
სივრცეში განლაგების მიხედვით მიონური სისტემის კამერები ორ ჯგუფად იყოფა - ცილინდრული ნაწილი (Barrel region) და დისკური ნაწილი (Endcup region). რეზისტულფირფიტის კამერები (RPC – Resistive Plate Chambers) მიონური სისტემის შემადგენელი სამი ტიპის გაზური დეტექტორებიდან ერთ-ერთია. მისი დანიშნულებაა მიონების რეგისტრაციის დროის გაზომვა Barrel და Endcup არეში ( $< 3$  ნწმ და  $\sim 1.5$  სმ სიზუსტით).

არსებული მიონური სისტემა გადაფარავს ე.წ. ფსევდოსისწრაფის  $0 \leq \eta \leq 2.1$  არეს ( $\eta = -\ln \tan(\theta/2)$  სადაც  $\theta$  აზიმუტალური კუთხეა, ხოლო  $z$  ღერძი ნაკადის გასწვრივაა მიმართული). მოდერნიზაციის შემდეგ გადაიფარება  $0 \leq \eta \leq 2.5$  არე, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის დანადგარის შესაძლებლობებს. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ე.წ. წინა არე ( $1.6 \leq \eta \leq 2.5$ ), რადგან აქ ხვდება წარმოქმნილი (შედარებით მსუბუქი) ნაწილაკების უდიდესი ნაწილი და მნიშვნელოვანია მათი გამოყოფა გაზრდილი ფონიდან.

RPC [4] წარმოადგენს დიდი წინააღმდეგობის მქონე ორი პარალელური ფირფიტებისგან შემდგარ გაზურ დეტექტორს, რომელსაც გაჩნია ძალიან კარგი ( $\sim 1$  ნწმ) დროითი გარჩევისუნარიანობა. სივრცული გარჩევისუნარიანობა კი სანტიმეტრის რიგისაა.

კამერის ფირფიტები ჩვეულებრივ მზადდება ფენოლის ფისისგან (ბაკელიტი)  $10^{10} - 10^{11}$  ომი\*სმ კუთრი მოცულობითი წინააღმდეგობით. ფირფიტები, რომელთა შორის დაშორებაა 2 მმ, მოთავსებულია ჰერმეტიკულ, გაზების ნარევით შევსებულ მოცულობაში (სურ. 69).

ამ კამერებს შეუძლიათ 1 კვც-მდე სიხშირეზე მუშაობა, რაც საკმარისი იყო LHC-ის პირველი ეტაპისთვის (Phase I).



სურ. 69. CMS დანადგარის ორშუალედიანი RPC კამერის სქემა

LHC-ის მორე ფაზაში CMS-ის მიონურმა სისტემის RPC კამერებმა წარმატებით რომ იმუშაონ, საჭიროა შემდეგი საკითხების შესწავლა როგორც მოდელირებით, ასევე ექსპერიმენტულად:

- RPC კამერების მახასიათებლების ნაწილაკების ინტენსივობაზე დამოკიდებულების შესწავლა
- RPC კამერების რადიაციული მედეგობის გამოკვლევა
- კამერაზე განთავსებული (end-off) ელექტრონიკის მაღალი რადიაციის პირობებში მუშაობის შესწავლა
- გაუმჯობესებული კამერების და ელექტრონიკის შექმნა დიდი ფონური დატვირთვის პირობებში სამუშაოდ
- ეკოლოგიურად სუფთა გაზის მოძებნა RPC-ში გამოსაყენებლად

დიდი ფონის პირობებში მომუშავე RPC კამერების შექმნა არსებითი გააფართოებს ამ დეტექტორების გამოყენების არეს და მნიშვნელოვნად გაზრდის CMS ექსპერიმენტზე ახალი მოვლენების აღმოჩენის შესაძლებლობებს.

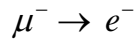
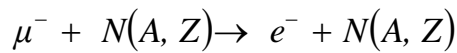
ეკოლოგიურად სუფთა გაზის მოძებნა გაადვილებს და გააიადებს RPC კამერების გამოყენებას.

RPC-ს მახასიათებლების ინტენსივობაზე დამოკიდებულების, ისევე როგორც მათი რადიაციული მედეგობის შესწავლა კი მეტ სიცხადეს შეიტანს კამერაში მიმდინარე საკმაოდ რთულ პროცესების შესწავლაში.

ამ საკითხების უმეტესობას ინტერდისციპლინარული მიდგომა სჭირდება. მაგალითად, კამერების რადიაციული მედეგობის შესწავლისას საჭიროა მასალათმცოდნეობის საკითხების ცოდნა, ხოლო ეკოლოგიური გაზის მოძებნას იონიზირებულ გაზში მიმდინარე ქიმიური პროცესების გათვალისწინება სჭირდება.

ვგეგმავთ ამ საკითხების კვლევაში აქტიურ მონაწილეობას და მიღებული შედეგების CMS დანადგარზე დანერგვას.

COMET ექსპერიმენტის მიზანი არის 4 რიგით გააუმჯობესოს (დღევანდელი  $7 \times 10^{-13}$ ) გადასვლის (რომელშიც ირღვევა ლეპტონური მუხტის შენახვის კანონი, Charged Lepton Flavor Violation, CLFV) ზედა ზღვარი და მივიღოთ  $2.6 \times 10^{-17}$ .



პროცესის მგრძობიარობის ამ დონეზე მიღწევა საშუალებას მოგვცემს დავინახოთ არის თუ არა სუპერნაწილაკები 10-30 ტევის ინტერვალში, რომელსაც ვერ შეამოწმებს LHC. დავინახოთ რა ხდება ასეთი დონის მგრძობიარობაზე, ხომ არ არის აქ საერთოდ სრულიად ახალი რაიმე ფიზიკური ეფექტები. ექსპერიმენტი თავის-თავად არის ძალიან რთული როგორც ექსპერიმენტული ისე ტექნიკური თვალსაზრისით. რაც მოითხოვს უახლოესი ტექნოლოგიების და გადაწყვეტილებების გამოყენებას მოსალოდნელი შედეგების განსახორციელებლად. როგორც აღინიშნა COMET რეალიზდება 2 ფაზად, **Phase-I** და **Phase-II**. თავად ექსპერიმენტი შედგება სუბდეტექტორებისგან, რომლებსაც სხვადასხვა დანიშნულება გააჩნიათ. სტროუ ტრეკული დეტექტორის მიზანია სპირალური ტრაექტორიით მოძრავი ელექტრონის ტრეკის დაფიქსირება, ხოლო ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრისა კი ელექტრონის ენერჯის გაზომვა. ეს ორი სისტემა ერთმანეთთან შეთანხმებით აფიქსირებენ სამიზნო 105 Mev ელექტრონის იმპულს. იმის გამო რომ ეს ენერჯია ძალიან მცირეა და ახლოსაა ფონურ ენერჯიებთან, ექსპერიმენტის სიზუსტისა და მონაცემების სისუფთავისთვის, გადაწყდა მთელი ექსპერიმენტი დაიხუროს აქტიური კოსმოსური მთვლელების სისტემით (CRV, Cosmic Ray Veto). მათი ამოცანაა კოსმოსური სხივების და გარედან მოსული მუონების დაფიქსირება და ელექტრონიკის მეშვეობით ექსპერიმენტში გაზომვების შედეგებიდან ამოღება. ყველა ეს სისტემა კრიტიკულად მნიშვნელოვანია იმ ფიზიკის შესასწავლად რასაც COMET ექსპერიმენტი ეძებს. რაც შეეხება უშუალოდ განხორციელების ეტაპებს:

### Phase-I

გამომდინარე სხვადასხვა (ძირითადად ტექნიკური თუ ფინანსური) მიზეზების გამო, მისი პირველი ეტაპი დაიწყება 2021-2022 წელს, სეანსები 4-5 თვე.

რომლის მიზანია:

1. დღეს არსებული საუკეთესო შედეგის 200-ჯერ გაუმჯობესება, ანუ  $10^{-15}$  მგრძობიარობის მიღება.
2. ფონური პროცესების სრულფასოვანი შესწავლა, შეფასება. როდესაც მუონების ნაკადი

უპრეცედენტოა 10<sup>9</sup> წამში.

პირველ ეტაპზე არ იქნება გამოყენებული მთლიანი მაგნიტური ტრანსპორტირების სისტემა, მხოლოდ მისი ნაწილი, რომელიც მთელ ექსპერიმენტში გათვალისწინებული სოლენოიდების მეოთხედია. აგრეთვე არ იქნება გამოყენებული სრული ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრი (დაგეგმილია დაახლოებით 500 კრისტალისგან შემდგარი ცილინდრული ფორმის გაკეთება). გეგმის მიხედვით **Phase-I**-ში სტროუს ტრეკული სისტემის მაგივრად დამონტაჟდება ცილინდრული დრეიფული კამერა. ხოლო პოზიციურად მას შემდეგ განლაგდება 5 მოდულისგან აწყობილი სტროუს დეტექტორი (რომლის თითოეული სადგური შედგება 4 რიგი წყება სტროუს მილებისგან  $2x$  და  $2y$ ) და ბოლოს მცირე რადიუსის ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრი ელექტრონის ენერჯის გასაზომად. ფაზა-1-ის მიზანია შემოწმდეს ზემოთ აღნიშნული ფონური პროცესები და პარალელურად გაიტესტოს ყველა სუბდეტექტორული სისტემა იმ დატვირთვებზე რომლებზეც მოუწევთ მათ მუშაობა ფიზიკური ექსპერიმენტის მსვლელობისას.

### Phase –II

შესაბამისად არის მომდევნო ეტაპი რომელიც დაგეგმილია 2023-2024 წლებში, სენსები გასტანს 1-2 წელიწადს. ამ ეტაპზე უკვე სრულიად დამონტაჟდება COMET-ის მაგნიტური სოლენოიდის სისტემა და ყველა სრული ზომის სუბდეტექტორი:

3. ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრი თავის შემოწმებული და პასპორტიზირებული კრისტალებით
4. სტროუს ტრეკული დეტექტორის სისტემა, რომელშიც გამოყენებული იქნება 5 mm დიამეტრის 12  $\mu\text{m}$  კედლის სისქის სტროუს მილები (ჯერ არა არის გადაწყვეტილი რამდენი მოდულისგან იქნება შემდგარი)
5. კოსმიური ვეტო მთვლელები, რომლებმაც მთლიანად უნდა დაფაროს მთელი ექსპერიმენტი.

ექსპერიმენტის ფაზა 1-ის პარალელურად უკვე მიმდინარეობს ფაზა 2-ის მომზადება. უნივერსიტეტის ჯგუფი აქტიურად მონაწილეობს სამივე დეტექტორების შესწავლა-შექმნაში და მათ დამონტაჟებაში.

საწყის მდგომარეობის გლუონური გამოსხივების (ISR) კვლევა ჰადრონის შეჯახებაში წარმოდგენილია Drell-Yan (DY) მოვლენების გამოყენებით, რომლებიც წარმოიქმნება პროტონ-ანტიპროტონის შეჯახებისას ტევატრონის კოლაიდერის მიერ მასის ცენტრში 1,96-TeV ენერჯიაზე. ეს ნაშრომი იღებს ახალ მიდგომას, რომელიც იყენებს  $Z/\gamma^*$  განივი იმპულსის  $\langle p_T^{\text{DY}} \rangle$  საშუალო მნიშვნელობას DY მოვლენებში, როგორც ძლიერი დაკვირვებადი ISR-ის ეფექტის დასახასიათებლად. მონაცემთა ნიმუშში, რომელიც შეესაბამება  $9.4 \text{ fb}^{-1}$  ინტეგრირებულ სიკაშკაშეს, შეგროვებული CDF Run II დეტექტორით,  $\langle p_T^{\text{DY}} \rangle$  იზომება როგორც  $Z/\gamma^*$  ინვარიანტული მასის ფუნქცია. აღმოჩნდა, რომ ამ ორ დაკვირვებას აქვს დამოკიდებულება,  $\langle p_T^{\text{DY}} \rangle = -8 + 2.2 \ln m_{\text{DY}}^2$   $\langle p_T^{\text{DY}} \rangle = -8 + 2.2 \ln m_{\text{DY}}^2$  [GeV/c], სადაც  $m_{\text{DY}}$  არის  $Z/\gamma^*$  მასის მნიშვნელობა, რომელიც იზომება GeV/c<sup>2</sup> ერთეულებში. ეს ხაზოვანი დამოკიდებულება პირველად შეინიშნება ამ ანალიზში. ის შეიძლება გამოყენებულ იქნას ISR-ის ეფექტის მოდელირებისთვის და მისი ზემოქმედების შეზღუდვა სხვა პროცესებში.

Fermilab Tevatron პროტონ-ანტიპროტონის ( $pp^-$ ) კოლაიდერზე, მაღალი მასის ელექტრონ-ნეიტრინო ( $e\nu$ ) წყვილი წარმოიქმნება უპირატესად  $pp^- \rightarrow W(\rightarrow e\nu) + X$  პროცესში. ელექტრონისა და პოზიტრონის გამოყოფის ასიმეტრია, როგორც მათი ფსევდოსიჩქარის ფუნქცია, ზღუდავს  $u^-$  და  $d^-$  კვარკის პარტონის განაწილების თანაფარდობის დახრილობას კვარკების მიერ გადატანილი პროტონის იმპულსის წილადთან. ეს ნაშრომი ასახავს ელექტრონის მუხტის ასიმეტრიის გაზომვას სრული მონაცემების გამოყენებით, რომელიც

დაგროვებულია Collider Detector at Fermilab დანადგარზე 2001–2011 წლებში და შეესაბამება 9.1 fb-1 ინტეგრირებულ სიკაშკაშეს. გაზომვა მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ტევატრონის შეზღუდვების სიზუსტეს პროტონის პარტონ-განაწილების ფუნქციებზე. მოცემულია გაზომვის რიცხვითი ცხრილები.

236 MeV მუონური ნეიტრინოების დაკვირვება kaon-decay-at-rest-სგან (KDAR) უნიკალურ ნიშანს იძლევა მზის ბირთვიდან წარმოქმნილი ბნელი მატერიის ანიჰილაციის შესწავლა. ვინაიდან ამ მონოენერგეტიკული, მიმართულების ნეიტრინო ნაკადის გამოსავლენად აუცილებელია კუთხისა და ენერჯის უზუსტესი რეკონსტრუქცია, DUNE თავისი დიდი მოცულობითა და რეკონსტრუქციის შესაძლებლობებით არის KDAR ნეიტრინოს ძიების პერსპექტიული კანდიდატი. ამ ნაშრომში ჩვენ ვაფასებთ როგორც KDAR-ის შემოთავაზებულ ნეიტრინოს ძიების სტრატეგიებს ნეიტრინო-ბირთვის ურთიერთქმედებების, ასევე DUNE-ს პასუხის რეალისტური მოდელირებით. ჩვენ აღმოვაჩინეთ, რომ მიუხედავად იმისა, რომ ნეიტრინოს ენერჯისა და მიმართულების რეკონსტრუქცია რთულია რომ აწარმოო არსებული ტექნიკით შესაბამისი ენერგეტიკული დიაპაზონი, ენერჯის შესანიშნავი გარჩევადობა, კუთხური გარჩევადობა და ნაწილაკების იდენტიფიკაცია შემოთავაზებული DUNE-ს მიერ, მაინც შეიძლება დაუშვას დიდი სიგნალის/ფონის დისკრიმინაცია. უფრო მეტიც, არსებობს არასტანდარტული სცენარები, რომლის მიხედვითაც DUNE-ზე KDAR-ის მზებზე ძიებამ შეიძლება ბნელი მატერიის ურთიერთქმედების გამოკვლევა.

ღრმა მიწისქვეშა ნეიტრინო ექსპერიმენტი (DUNE) გააწარმოებს მსოფლიოში წამყვან ნეიტრინოს ოსცილაციის გაზომვებს ექსპერიმენტის მთელი პერიოდის განმავლობაში. ამ ნაშრომში ჩვენ ვიკვლევთ DUNE-ის დაკვირვების მგრძობელობას ნეიტრინოს მუხტის პარიტეტის დარღვევის (CPV) სექტორში და მაღალი ნაკადის შეკვეთის გადასაჭრელად 100 კილოტონ-მეგავატ-წელზე (kt-MW-წ) ექსპოზიციის მიმართ. ანალიზი მოიცავს ნაკადის პროგნოზირების დეტალურ გაურკვევლობებს, ნეიტრინოს ურთიერთქმედების მოდელს და დეტექტორის ეფექტებს. ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ DUNE შეძლებს ცალსახად გადაჭრას ნეიტრინოს მასის გაზომვას  $3\sigma$  ( $5\sigma$ ) დონეზე, 66 (100) kt-MW-წლიან შორს დეტექტორის ექსპოზიციით და აქვს ძლიერი განცხადებების გაკეთების უნარი მნიშვნელოვნად მოკლე ექსპოზიციებზე, რაც დამოკიდებულია სხვა ოსცილაციის პარამეტრების ნამდვილ მნიშვნელობაზე. ჩვენ ასევე ვაჩვენებთ, რომ DUNE-ს აქვს პოტენციალი, განახორციელოს CPV-ს ძლიერი გაზომვა  $3\sigma$  დონეზე 100 kt-MW-წლის ექსპოზიციით მაქსიმალური CP-დარღვევის მნიშვნელობებისთვის  $\delta_{\text{CP}} = \pi/2$ . გარდა ამისა, განხილულია DUNE-ს მგრძობელობის დამოკიდებულება ნეიტრინო-გამდიდრებულ და ანტინეიტრინო-გამდიდრებულ ექსპერიმენტების დროს მიღებულ ექსპოზიციაზე. თითოეული სხივის რეჟიმში აღებული ექსპოზიციის თანაბარი წილი აღმოჩენილია ოპტიმალურთან ახლოს, როდესაც განხილულია კვლევის მთელ სივრცეში.

ProtoDUNE-SP დეტექტორი არის ერთ-ფაზიანი თხევადი არგონის დროის პროექციის კამერა (LArTPC), რომელიც შეიქმნა და ფუნქციონირებს CERN North Area H4 სხივის ბოლოში. ეს დეტექტორი არის პირველი შორი დეტექტორის ღრმა მიწისქვეშა ნეიტრინო ექსპერიმენტის (DUNE) პროტოტიპი, რომელიც შეიქმნება Sandford Underground Research Facility (SURF) ლედში, სამხრეთ დაკოტა, აშშ. ProtoDUNE-SP დეტექტორი აერთიანებს სრული ზომის კომპონენტებს DUNE-ის დიზაინის მიხედვით და აქვს აქტიური მოცულობა  $7 \times 6 \times 7,2 \text{ m}^3$  ზომის. H4 სხივი აწვდის კარგად გაზომილი მომენტით და მაღალი სიზუსტით ნაწილაკების იდენტიფიკაციით შემხვედრ ნაწილაკებს. ProtoDUNE-SP-ის წარმატებული ფუნქციონირება 2018-დან 2020 წლამდე ადასტურებს ერთ-ფაზიანი შორს დეტექტორის დიზაინის ეფექტურობას. ეს ნაშრომი აღწერს დეტექტორის კომპონენტების დიზაინს, შექმნას, აწყობას და მუშაობას.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა



### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

#### 2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

### 8. 2. უცხოეთში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. Irakli Lomidze, Iuri bagaturia, Zviadi Tsamalaidze
2. Irakli Lomidze, Iuri bagaturia
3. Irakli Lomidze, Iuri bagaturia, Otari Kemularia
4. I. Bagaturia I. Lomidze
5. I. Bagaturia, I. Lomidze, O. Kemularia
6. Nika Tsverava, George Adamov
7. D.Chokheli, et al.
8. D.Chokheli, et al.
9. D.Chokheli, et al.
10. D.Chokheli, et al.
11. D.Chokheli, et al.
12. D.Chokheli, et al.
13. D.Chokheli, et al.
14. D.Chokheli, et al.

#### 2) მოხსენების სათაური

1. RPC Cooling system status
2. RPC Cooling system status
3. Cooling system status in 904
4. Cooling System Status
5. Cooling System Status
6. 5 mm straw tubes R&D progress
7. R&D for CRV system based on scintillator strips for COMET experiment
8. CRV trigger hardware (and also including request on trigger scheme, if possible)
9. Background estimation for reflection from the back wall for electrons, neutrons, gammas and muons
10. Some study with CITIROC and LiROC
11. CRV draft design for side and top
12. Current status of the CRV system design & creation
13. Preparation of the test stand for mass production
14. Some study with Petiroc

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 20 September, 2021, CERN

2. 20 August, 2021, CERN

3. 06 August, 2021, CERN

4. 16 July, 2021, CERN

5. 09 July, 2021, CERN

6. 01 December, 2021, Japan, J-PARC, The meeting room at KEK, Room 345, building #4 KEK Tsukuba Campus

7. 01 Mar 2021, COMET Collaboration Meeting 33 (COMET CM33), Zoom J-PARC Tokaimura, Ibaraki, Japan

8. 23 Feb 2021, COMET Collaboration Meeting 33 (COMET CM33), Zoom J-PARC Tokaimura, Ibaraki, Japan

9. 06 July 2021, COMET Collaboration Meeting 34 (COMET CM34), Zoom J-PARC Tokaimura, Ibaraki, Japan

10. 06 July 2021, COMET Collaboration Meeting 34 (COMET CM34), Zoom J-PARC Tokaimura, Ibaraki, Japan

11. 06 July 2021, COMET Collaboration Meeting 34 (COMET CM34), Zoom J-PARC Tokaimura, Ibaraki, Japan

12. 29 Nov 2021, COMET Collaboration Meeting 35 (COMET CM35), Zoom J-PARC Tokaimura, Ibaraki, Japan

13. 29 Nov 2021, COMET Collaboration Meeting 35 (COMET CM35), Zoom J-PARC Tokaimura, Ibaraki, Japan

14. 30 Nov 2021, COMET Collaboration Meeting 35 (COMET CM35), Zoom J-PARC Tokaimura, Ibaraki, Japan

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

7. ჩვენ უკვე ვაჩვენებთ შეხვედრაზე (CM32), რომ საკმაოდ რთულია 99,99% საერთო ეფექტურობის მიღწევა 3000x40x7 მმ სტრიპებით და 1,2 მმ WLS ბოჭკოთი: შეიქმნა 4x4 CRV მოდული 7 მმ სისქის სტრიპებით და კოსმოსური მიუონის რეგისტრაციის ეფექტურობა იყო გამოკვლეული. აღმოჩნდა, რომ რეგისტრაციის ეფექტურობა 99,54%-ზე დონეზე როცა საშუალო სინათლის რაოდენობა არის 21 ph.e. (ფოტო-ელექტრონი) 2500 მმ მანძილზე. სცინტილატორის CRV მოდულის ეფექტურობის 99,99%-ის მიღწევის მიზნით, ჩვენ შევთავაზებთ რამდენიმე რეკომენდაციას წინა თანამშრომლობის შეხვედრაზე.

ამ პრეზენტაციით გვსურს წარმოგიდგინოთ ჩვენი კვლევის ზოგიერთი ნაწილი:

ჩვენ აღმოვაჩინეთ, რომ აუცილებელია ვიპოვოთ გზა, რათა შემცირდეს ღრეჩო მეზობელი სტრიპებს შორის. ამჟამად არის 0,5 მმ (ფიზიკური ღრეჩო სტრიპებს შორის არის დაახლოებით 0,1 მმ და 0,2 მმ არის საფარის სისქე); ასევე ორი WLS ბოჭკოს გამოყენება ერთის წინააღმდეგ, მაგრამ ჩვენ უნდა შევცვალოთ SiPM.

8. შეთავაზობა ვეტოს დადების ზოგიერთ „წმინდა კოსმიურ მოვლენაზე“ (მაგალითად, ოთხჯერადი დამთხვევით) DAQ დატვირთვის შესამცირებლად. ეს შეიძლება გაკეთდეს მეორე სწრაფი ტრიგერის ხაზის დამატებით, რომელიც გამოყენებული იქნება როგორც ვეტო. მაგრამ უფრო მარტივია სპეციალური ბიტის გამოყენება FCT სიტყვაში, დამატებითი დაყოვნება მცირე იქნება მოვლენის წაკითხვის დროსთან შედარებით.

9. წარდგენილია მოდელირების (GEANT4) რეზულტატები საშუალო მაჩვენებლის ერთ ფენაზე ნეიტრონებისა და გამა-ნაწილაკებისთვის სხვადასხვა ალუმინის ფირფიტის გამოყენების მიხედვით COMET CRV დეტექტორის ფენებს შორის (0-10 მმ), დეტექტორის ზღვარი მოდელირებისას არის 170 კეე-ზე, რაც შეესაბამება 5 ph.e. დისკრიმინაციის ზღვარს როცა საშუალო სინათლის გამოსავალი არის 35 ph.e. ასევე ნაჩვენებია თანხვედრა 3-ზე და ოთ ფენაზე. მოცემული არის მოდული სიმულაცია კედლის გარეშე და კედლით სხივის ფონის გამოსხივების ჩასახშობად ასევე სხვადასხვა სისქის ალუმინის ფირფიტების გამოყენებით. გამოკვლეული არის უკანა კედლიდან არეკლილი ნაწილაკების ფონი.

10. COMET CRV შედგება ორი განსხვავებული ტიპის დეტექტორისგან: სცინტილატორზე დაფუძნებული CRV (SCRV) და GRPC-ის კამერებისგან. ამიტომ COMET CRV Front-End-Board ელექტრონიკა დაყოფილია ორ ქვესისტემად: SCRV Front-End-Board ელექტრონიკის (R&D ამჟამად მიმდინარეობს პროტოტიპების დამზადებით Meteor-32 (BINP, Novosibirsk) და FEBE დაფუძნებული კარგად ცნობილ ASIC ჩიპზე CitiROC/PetiROC/LiROC ASIC ჩიპები) და GRPC CRV Front-End-Board ელექტრონიკის კვლევა. ჩვენ სთავაზობთ

გამოიყენოთ PetiROC/LiROC ASIC ჩიპები COMET CRV Front-End-Board ელექტრონიკისთვის. ასევე, JINR-ს სურს შესთავაზოს AST-1-1 ASIC ჩიპი GRPC CRV-სთვის, როგორც PetiROC/LiROC-ის ალტერნატივა

11. COMET CRV ეფექტურობის შედარებითი მოდელირება მოდულებისთვის რომლებიც უყენებენ 40-მმ სიგანისა და 50-მმ სტრიპებს. ნაჩვენებია, რომ მოდული შედგენილი 50-მმ სიგანის სტრიპებით და 2 WLS-ით ბოჭკოები აღწევენ უფრო მაღალ ეფექტურობას (99,99% წინააღმდეგ 99,96% რეგისტრაცია ეფექტურობს, როცა შუქის გამოსავალი საშუალოდ არის 21 ფ.ე. ასევე შევთავაზეთ COMET კოლაბორაციას ახალი CRV მოდულების დიზაინი და მისი მდებარეობა: CRV შედგება მოდულებისგან, ყოველი მოდული დაფუძნებულია 50-მმ სიგანის ზოლებზე და ალუმინის ფურცლები ფირფიტები ფენებს შორის. შეთავაზებული არის სამაგრების დიზაინი და განხილულია ინსტალაციის პრობლემები.

12. განხილული არის შემდეგი საკითხები: სცინტილატორული სტრიპების წარმოება და ხარისხის შემოწმების პროცესის მაზაობა; ასევე ალუმინის ფირფიტების შექმნა და დამუშავების საკითხი; GRPC წარმოების სიმწვანეები; GRPC ხარისხის ტესტირების შესაძლო სტენდი; FEBE ელექტრონიკა CRV სცინტილატორებისთვის, მისი წარმოება და ხარისხის შემოწმების დეტალები; ასევე ელექტრონიკა GRPC-სთვის, წარმოება და ხარისხის შემოწმება; დანარჩენი და დამხმარე ელექტრონიკა; CRV დამხმარე სისტემებისა და ხელსაწყოების დიზაინი; ნაწილის მიწოდება კვ-ში და CRV მოდულების აწყობა KEK-ში.

13. განხილული არის CRV სისტემისთვის სტრიპების მას-წარმოების საკითხი და სათანადო ტესტირების აღჭურვილობის გამართვა. სტრიპების ხარისხის შესამოწმებლად შეიქმნა 2-D მაგიდა. ნაჩვენებია, რომ შესაძლებელია გამოიყენოთ Sr90-Y90 ბეტა-ნაწილაკების წყარო სტრიპების წარმოების ხარისხის შესამოწმებლად; სპეციალური შუქ-გაუმტარი ყუთი არის შესაქმნელი; რა ტიპის ელექტრონიკა და პროგრამული უზრუნველყოფა DAQ-ისთვის მონაცემების მისაღებად უნდა იყოს გამოყენებული სტრიპების ხარისხის ტესტირებისთვის; ჩვენ უნდა დავამტკიცოთ, რომ არჩეულ SiPM/MPPC-ს აქვს საკმარისი რადიოაქტიური სიმტკიცე.

14. ამჟამად მიმდინარეობს ორი R&D Scintillator CRV Front-End-Board ელექტრონიკისთვის (FEBE): FEBE პროტოტიპირება Meteor-32-ის (BINP, Novosibirsk) გამოყენებით Meteor-8-ზე დაფუძნებული და FEBE ეფუძნება PetiROC ASIC ჩიპებს. FEBE GRPC-ისთვის ასევე დავიწყეთ შემუშავება: JINR-ის გუნდმა უკვე გააკეთა წინადადება გამოიყენოს საცდელად AST-1-1 ASIC ჩიპი (შემუშავებულია ბირთვული პრობლემების ინსტიტუტის მიერ, ბელორუსის სახელმწიფო უნივერსიტეტი), სრული პროტოტიპის შექმნა ამ ASIC-თან ერთად Altera Cyclone 10-თან ერთად არის დაგეგმილი მომავლა წელს, მაგრამ პირველი რეზულტატები არის წარდგენილი

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

## ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

### 2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

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

სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ამინდის პროგნოზირების, ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფების მოდელირების განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგ ისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ამინდის და კლიმატის რეგიონალური მრავალმოდელიანი საპროგნოზო მეთოდების დამუშავება საქართველოს პირობებისათვის 1.5.დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები; 1.5.9; მეტეოროლოგია, 1.5.10 კლიმატოლოგია.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2014-2022

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

მარიკა ტატიშვილი- პროექტის ხელმძღვანელი

ლარისა შენგელია- პასუხისმგებელი შემსრულებელი

ზურაბ ხვედელიძე- პასუხისმგებელი შემსრულებელი

ნაილი კაპანაძე- პასუხისმგებელი შემსრულებელი

ინგა სამხარაძე-შემსრულებელი

დემური დემეტრაშვილი-შემსრულებელი

ირინა მკურნალიძე-შემსრულებელი

ანა ფალავანდიშვილი-შემსრულებელი

ნანული ზოტიკიშვილი-შემსრულებელი

**კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

პროექტი ითვალისწინებს ამინდისა და კლიმატის ცვალებადობის გამომწვევი ბუნებრივი და ხელოვნური ფაქტორების შესწავლას, მათ გათვალისწინებას საპროგნოზო მოდელებში, ატმოსფერული პროცესების პროგნოზირების სამეცნიერო ასპექტების და ამინდის მოკლევადიანი პროგნოზის ხარისხის გაუმჯობესებას საქართველოში, რეგიონული მრავალ-მოდელიანი ანსამბლური მეთოდის გამოყენებით. პროექტის სამეცნიერო სიახლე მდგომარეობს აღნიშნული რეგიონული მრავალმოდელიანი ანსამბლის მეთოდის პირველად გამოყენებაში ამიერკავკასიის ტერიტორიისათვის, ალბათური პროგნოზის შედგენასა და ექსტრემალური პროგნოზის ინდექსის შემუშავებაში, რასაც ახლავს ატმოსფერული ფიზიკის, მათემატიკური მოდელირებისა და ინფორმაციული ტექნოლოგიების უამრავი სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ამოცანის გადაჭრა და გამოყენება. ამინდის პროგნოზირების დროს, გამოთვლებისათვის ოპტიმალური ტექნოლოგიის დამუშავება სასურველია ეფუძნებოდეს კომპიუტერული სისტემების განპარალელებას. წამყვან ქვეყნებში, ამინდის პროგნოზირებისათვის გამოიყენება კომპიუტერული სისტემების მასიური პარალელიზმი (CRAY).

ასევე, ამინდის და კლიმატის ცვალებადობის გამომწვევი ბუნებრივი ფაქტორების და საქართველოს რეგიონალური მიკროციკლაციური პროცესების დინამიკის შეწავლა გლობალური ანომალიური და ოსცილაციური პროცესების გათვალისწინებით. შეისწავლება მზის კოროლანური ამოფრქვევების, კოსმოსური სხივების და დედამიწის ღრუბლის საფარის ურთიერთკავშირი და მისი გავლენა ნალექებზე. გამოიკვლევა მზის ქარის და დედამიწის მაგნიტური ველის ურთიერთქმედება ამინდის წარმომქმნელ პროცესებზე. გამოყენებული იქნება NASA, NOAA, EUMETSAT და სხვ. მონაცემები. დედამიწის სადამკვირვებლო მისიის თანამგზავრებიდან მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე გამოითვლება ახალი ინდექსები. შედეგების მიხედვით მიღებული იქნება პრედიქტორები, დადგინდება კორელაციური კავშირები პარამეტრებსა და პროცესებს შორის. კვლევის მიზანია მაგნიტური ქარიშხლების შესაძლო გავლენის შესწავლა ატმოსფეროში მეტეოროლოგიური პროცესების განვითარებაზე და მეტეოროლოგიური პარამეტრების ცვლილებებზე. მზის ქარით გამოწვეული მეტეოროლოგიური მოვლენები ამჟამად ამინდის და კლიმატის მოდელებში ცუდად არის წარმოდგენილი. მზის ქარი, კორონალური მასიური ამოფრქვევები (CMEs), მზის ენერგეტიკული ნაწილაკები (SEPs) წარმოქმნიან კოსმოსურ ამინდს გეო-სივრცეში. მათ შეუძლიათ წარმოქმნან შემდეგი სახის ზემოქმედებები: საფრენი აპარატების ელექტრობის ცვლილება, ვან ალენის რადიაციული ღვედის წანაცვლებები, დაგეგმილი კოსმოსური ფრენების ტრაექტორიის ცვლილებები, სანავიგაციო სისტემების დაზიანება და ცდომილება, ელექტროენერჯის ბლოკირება, ნავთობ-გაზის მილსადენის კოროზია, ელექტრო შოკის საშიშროება, ელექტრო ხანძარი, გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების გამწვავება და საგზაო შემთხვევები. გეომაგნიტური ინდექსები გეომაგნიტური აქტივობის ზომას, რომლებიც ხდება დროის მოკლე შუალედში. **dst**, **kp**, და **aa** ინდექსები და შტორმამდე და შტორმის შემდეგ 3 დღის მეტეოროლოგიური პარამეტრების ( ტემპერატურა, ნალექი, ქარი) დაკვირვების მონაცემები და სინოპტიკური რუკები გამოიყენება კორელაციური ანალიზისთვის.

თანამედროვე კაცობრიობის სასიცოცხლო პირობების გაუმჯობესების ერთერთი მთავარი ფაქტორია არატრადიციული ენერჯების გამოყენება, ცხადია პირველ რიგში აქ ქარის ენერჯია იგულისხმება. ეს პრობლემა განსაკუთრებულია მთა-გორიან რელიეფის მქონე მიკრო-რეგიონებისათვის, საქართველოს ტერიტორიაზე კი ასეთი ლოკალური რაიონების სიუხვეა. აღნიშნულის გათვალისწინებით მითითებული სამეცნიერო თემატიკით შეისწავლება ჰაერის ნაკადის დინამიკა საქართველოს ცალკეულ რეგიონებზე, როგორც ეფექტის გათვალისწინებით.

განხორციელდა შერჩეულ მიკრორეგიონებზე ( მაგალითად თბილისის. ახალციხის ქვაბური) ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების: ატმოსფერული წნევის, ტემპერატურის (მაქსიმალური, მინიმალური, საშუალო). ნალექების (ფარდობითი სინოტივის). ქარის (მაქსიმალური, მინიმალური, საშუალო), განსაკუთრებული ატმოსფერული მოვლენების (ქარბორბალა, სეტყვა, დიდ თოვლიანობა, უხვი ნალექები) მრავალწლიური (არა ნაკლები ათი წლისა) მნიშვნელობების სტატისტიკური მასალის მოპოვება. მოხდა მოპოვებული რიცხვითი მასალის დამუშავება და გამზადდა მონაცენთა ბაზა მოდელური ამოცანების გათვალისათვის. მოდელისათვის საჭირო სათვლელი ბადის იმ წერტილებში, სადაც მეტეოროლოგიური დაკვირვებები არ მიმდინარეობს (არც სტაციონალური და არც ექსპედიციური) შეფასდა გიპსომეტრული სიმაღლე ზღვის დონიდან ე. წ. ორმაგი გასაშუალების მეთოდით. მიმდინარეობს სიმაღლის მიხედვით წნევის სიდიდის შეფასება და დაითვლება შესაბამისი გრადიენტები. შეფასდება შერჩეულ რეგიონებზე ქარის კინეტიკური ენერჯია, ჩვენს მიერ უკვე მიღებული და გამოქვეყნებული ფორმულით. სასურველია აგრეთვე სასაზღვრო ფენისათვის განისაზღვროს W სიჩქარე დიუბუკის ფორმულით, მოხდეს შედეგების შედარებები და შეფასებები.

შესრულებულია შემდეგი სამუშაოები: კვლევასთან დაკავშირებული ლიტერატურის გაცნობა/დამუშავება. მცინვარების თანამედროვე მდგომარეობის შესასწავლად GLIMS-ის და landsat მონაცემთა ბაზის გამოყენებით თანამგზავრული სურათების მოპოვება და დამუშავება. საქართველოს ცალკეული მცინვარების არეალის კონტურების დაზუსტება.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მიერ წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვისა და ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოების ჩასატარებლად შერჩეული იორის პოლიგონის ტერიტორია ძირითადად აკმაყოფილებს მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის მიერ ამ პროფილის სამუშაოების ჩასატარებლად გამოყოფილი ტექტიტორიებისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს როგორც გეოგრაფიული, ისე კლიმატური, ჰიდროლოგიური და სოციალურ-ეკოლოგიური თვალსაზრისით. კლიმატური მონაცემები,

რომლებიც მოცემულია 1970-იანი წლებისთვის არსებული საცნობარო ლიტერატურიდან, კორექტირებულია ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექთა ჯამების 2100 წლამდე არსებული საპროგნოზო შესწორებებით.

პოლიგონისათვის მოცემულია რელიეფის, ნიადაგების, ლანდშაფტური ზონებისა და მცენარეული საფარის ზოგადი მიმოხილვა, რაც მომავალში საჭირო იქნება წყლის რესურსების მართვის მოდელების ასაგებად. იორს პოლიგონისათვის განხილულია ჰიდროლოგიური ქსელი მთავარი მდინარის (იორი), მისი შენაკადებისა და სიონის წყალსაცავისთვის. აღნიშნულია, რომ ნალექთა ხელოვნური გაზრდას პოტენციურად შეუძლია არსებული ჰესის და სარწყავი სისტემების (საგარეჯოსა და გარდაბნის მუნიციპალიტეტები) ეფექტურობის გაზრდა. მოყვანილია ცნობები თიანეთის მუნიციპალიტეტის ფართობის, მოსახლეობის რაოდენობისა და ეკონომიკის ძირითადი დარგების შესახებ, რაც გათვალისწინებული იქნება მოცემულ აუზში წყლის რესურსების მენეჯმენტის მოდელების აგების დროს.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. „ატმოსფეროს მიკროცირკულიაციური პროცესების დინამიკა და კლიმატური თავისებურებანი საქართველოს ცალკეულ რეგიონებისათვის.“ 1.5.დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები; 1.5.9; მეტეოროლოგია, 1.5.10 კლიმატოლოგია.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021-2022წწ.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ზ. ხვედელიძე-პროექტის ხელმძღვანელი

**შემსრულებლები**

მ. ტატიშვილი.

ი. სამხარაძე.

ლ. შენგელია

ა. ფალავანდიშვილი

დ. დემეტრაშვილი

ი. მკურნალიძე

ნ. ზოტიკიშვილი.

2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

მიმდინარე წელს შერჩეული იქნა იმერეთის რეგიონი და გაგრძელდა სვანეთის ქვაბურის შესწავლა, ამისათვის მოიძებნა და სტატისტიკურად დამუშავდა თითოეულ რეგიონისათვის მეტეოროლოგიური ელემენტების, მოვლენების მრავალწლიური გაზომილი მნიშვნელობები ბოლო 60–70 წლის პერიოდი. განხორციელდა ამ მასალის სათანადო ანალიზი, პირველ რიგში იმერეთის (ჭიათურა–საჩხერე) ტერიტორიისათვის, კლიმატური თავისებურებების დასადგენად. ავტორთა მიერ უკვე აპრობირებული მეთოდით (მათემატიკური მიდგომით) შეფასდა საკვლევე ტერიტორიის რელიეფური პარამეტრების მნიშვნელობები დედამიწის პარალელსა და მერიდიანული მიმართულებით. ოროგრაფიული იაკობიანის გამოყენებით გამოითვალა რეგიონზე ჰაერის ნაკადის ვერტიკალური სიჩქარე. ჩატარდა შეფასებული კოეფიციენტების ანალიზი. მომზადა სპეციალური მოხსენება, რომელიც მოსმენილი იქნება ინსტიტუტის გაფართოვებულ (ორ ლაინის მეთოდით) სემინარზე. დაიწერა სამეცნიერო სტატია, რომელიც

გამოქვეყნდება სტუ ჰმ ინსტიტუტის რეფერირებულ სამეცნიერო ჟურნალში. გამოყენებული მეთოდით მუშაობა გაგრძელდება სხვა ოროგრაფიული თავისებურებების მქონე რეგიონებისთვის. უპირველეს ყოვლისა დამუშავდება თეორიული მიდგომა და დაინტერესებულ პიროვნებებს მიეწოდება “სპეციალური მეთოდიკა“ მიკრო რეგიონების რელიეფზე სხვადასხვა სახის ზემოქმედების შედეგად გამოწვეული ატმოსფერული პროცესების და ზოგადად კლიმატის ცვლილების დინამიკის შეფასებისათვის.

## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო სტრატეგიის დამუშავება ცალკეულ მდინარეთა აუზებისათვის წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნის მიზნით (მდ. იორის მაგალითზე). 1.5. დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები; 1.5.9; მეტეოროლოგია, 1.5.10 კლიმატოლოგია; ჰიდროლოგია.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2021

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1

პროექტის ხელმძღვანელი - ცინცაძე თენგიზი

პ/შემსრულებლები - კაპანაძე ნაილი, ცინცაძე ნუნუ

შემსრულებლები - ნ. ზოტიკიშვილი, მდივანი სოფიო, ხუფენია ნესტანი

2.

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

მდ. იორის (ივრის) მრავალფუნქციური დატვირთვა (სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მორწყვა საგარეჯოს, გარდაბნის, სიღნაღისა და დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტებში, სიონის, სამგორისა და დალის წყალსაცავების მომარაგება წყლის რესურსებით, რომელთა ნაწილი სამგორის წყალსაცავის (თბილისის ზღვის) გავლით მოიხმარება თბილისისა და რუსთავის საქალაქო წყალმომარაგების სისტემებში, ასევე 4 ჰიდროელექტროსადგურის (სიონის, საცხენისის, მარტყოფისა და თეთრახევის) ფუნქციონირების უზრუნველსაყოფად), მისი ბუნებრივი ჩამონადენის შეზღუდულობის პირობებში, მოითხოვს ამ ჩამონადენის ოპტიმალური მართვის აუცილებლობას თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით და აგრეთვე, მისი ხელოვნური გაზრდის შესაძლებლობის დაზუსტებას. ამ ორი ამოცანიდან, პირველზე პასუხის გასაცემად საჭიროა, საერთაშორისო გამოცდილების გათვალისწინებით, მდ. იორის აუზში წყლის მენეჯმენტის ინტეგრირებული სისტემის შექმნა, ხოლო მეორე ამოცანა შეიძლება გადაიჭრას, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში 1980-იან წლებში ამავე აუზში ნაღებულ ხელოვნური რეგულირებით მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით, პირველი ამოცანის ტექნიკური რეალიზაციის ფარგლებში. აქვე აღსანიშნავია ისიც, რომ თანახმად კლიმატის ცვლილებაზე საქართველოს მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში მიღებული შედეგებისა, მდ. იორის აუზში 2100 წლისთვის 1986-2010 წწ. პერიოდთან შედარებით, მოსალოდნელი იქნება ნალექთა წლიური ჯამების შემცირება 10-14 %-ით, რაც გარკვეულწილად გაამძაფრებს წყლის რესურსების დეფიციტს ხსენებულ რაიონში. ამიტომ ჩვენს მიზანს შეადგენდა აღნიშნულ აუზში წყლის მენეჯმენტის

პრობლემების განხილვისას ყურადღება გაგვემახვილებინა კლიმატის მიმდინარე ცვლილებასთან წყლის მოხმარების ადაპტირების საკითხებზეც.

აღნიშნულის გათვლისწინებით, ნაშრომში განხილულია მდინარის აუზის ინტეგრირებული მართვის კონცეფციის წარმოშობისა და ევოლუციის ისტორია. შესწავლილია მდინარეთა აუზების ტიპური ფუნქციები და ინტეგრირებული მართვის მექანიზმები. მსოფლიო გამოცდილების მაგალითზე ნაჩვენებია მდინარეთა აუზების ინტეგრირებული მართვის თეორიული საფუძვლების, მიზნებისა და ამოცანების პრაქტიკაში დანერგვის შესაძლებლობა.

განხილული და გაანალიზებულია მდ.იორის აუზის რელიეფი, ჰავა, ნიადაგი, ინფრასტრუქტურა, ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსები, მიწისქვეშა წყლები, ბიომრავალფეროვნება, იორის წყლის მოხმარებელი მუნიციპალიტეტების - თიანეთის, საგარეჯოს, დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის მოსახლეობის, მეცხოველეობისა და მიწის ფონდის სტატისტიკური ინფორმაცია.

ჩატარებულია, მახასიათებლებისა და კალაპოტის მიხედვით სამ ნაწილად (ზედა, შუა და ქვედა დინებები) გაყოფილი, მდ. იორის აუზის ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევა როგორც მეტეოსადგურების, ისე სატელიტური მონაცემებით. გაანალიზებულია ჩამონადენის ცვალილება მდ. იორის სხვადასხვა მონაკვეთების მიხედვით. გამოვლენილია ადამიანის საქმიანობის ზემოქმედება მდ. იორის აუზზე. დაზუსტებულია აუზზე ზეწოლის სხვადასხვა ტიპები (დაბინძურების წერტილოვანი ზეწოლა, დიფუზიური ზეწოლა, ჭარბი წყალაღების ზეწოლა, დაბინძურება ურბანული ჩამდინარე წყლებით, საწარმოო ჩამდინარე წყლებით, დაბინძურება მუნიციპალური ნაგავსაყრელებიდან დაა.შ.) და მათი გამომწვევი მიზეზები.

გამახვილებულია ყურადღება მონიტორინგის ინტეგრირებული ინფორმაციული სისტემის როლზე წყლის რესურსების მართვის პროცესში, მოყვანილია მდ. იორის აუზის სამივე სექტორში ჰიდროლოგიური და მეტეოროლოგიური დეტექტორების სავარაუდო განთავსების სქემა, ასევე მდინარე იორის აუზში წყლის ხარისხის მონიტორინგისა (2014-2017) და ზედაპირული წყლების სავსე კვლევის შედეგები (2013-2017) .

შემოთავაზებულია, მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში (საფრანგეთი, ნიდერლანდი, ინგლისი და უელსი, ბულგარეთი, ავსტრია, ამერიკის შეერთებული შტატები) არსებული საუზო მართვის მოდელების გამოცდილების საფუძველზე მდ. იორისათვის სააუზო მართვის საპილოტე მოდელი, რომლის ძირითადი საფუძველია, სააუზო მართვის გეგმა და ის ინსტიტუციები, რომლებიც აღნიშნული გეგმის განხორციელებას, მონიტორინგსა და შეფასებას უზრუნველყოფენ. განსაზღვრულია ასევე დაინტერესებულ მხარეები, მათი ფუნქციები და დაფინანსების სავარაუდო წყაროები.

შესწავლილი კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების გავლენა მდ. იორის აუზში შემავალ მუნიციპალიტეტების ეკონომიკაზე და მოყვანილია შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებები.

წარმოდგენილია ამდ. იორის აუზში 1979-1990 წლებში წარმოებული ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოები, მათი ეფექტურობის გათვალისწინებით, როგორც კლიმატის მოსალოდნელ ცვლილებასთან ადაპტაციის ერთ-ერთი ძირითადი საშუალება.

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინებით, პირობითად გამოყოფილია ნალექთა ხელოვნური სტიმულირებისათვის პერსპექტიული 8 პოლიგონი. თითოეული მათგანისათვის შეფასებულია ნალექთა გაზრდის სამუშაოთა პოტენციური წლის როგორც თბილ, ასევე ცივი სეზონისათვის. წყლის პოტენციურმა დანამატმა თბილი სეზონისათვის შეადგინა 885 მლნ მ3, ხოლო ცივ პერიოდისთვის - 200-250 მლნ. მ3, რაც მიუთითებს აღნიშნულ ტერიტორიაზე ნხვ სამუშაოთა აღდგენის პერსპექტიულობაზე.



შესწავლილია პოტენციური დამატებითი წყლის რესურსების ეფექტურად გამოყენების შესაძლებლობა წყლის ინტეგრირებული მართვის სტრუქტურაში, როგორც იორი-არაგვის ჰიდროსისტემაში შემავალი სიონის, ჟინვალისა და თბილისის წყალსაცავების, ასევე საქართველოს სამხრეთ მთიანეთში არსებული ფარავნის ტბის, წალკისა და ალგეთის წყალსაცავებისთვის.

მომავალში, მდ. იორის აუზში, ნხგ სამუშაოთა აღდგენით, წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის საკითხებთან ერთად შემოწმებული იქნება ამ რესურსებით სიონის წყალსაცავის (ასევე მთელი აუზის) შევსების შესაძლებლობა ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების გზით, რაც მიმდინარე საუკუნის ბოლოსთვის კლიმატის პროგნოზირებულ ცვლილებასთან ადაპტირების ერთ-ერთი ქმედითი გზა იქნება.

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

#### 3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1.

2.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

1. ზურაბ ხვედელიძე.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. მოკლე სამეცნიერო ცნობარი 1512-0902.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. საქ. ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰ.მ.ინსტიტუტი. თბილისი 2021 წ.

4) გვერდების რაოდენობა

1. 95.

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

მოყვანილია მრავალი დებულება, მათემატიკური ფორმულები, ფიზიკური და გეოფიზიკური მუდმივები, დაკვირვებული მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების მახასიათებლები, მომენტები, პროცესების მსგავსობის კრიტერიუმები, კორელაციური კავშირები, სითხისა და გაზის მექანიკის და მათი სითბური მოვლენების პრაქტიკული გამოყენების ფორმულები, მზის გამოსხივების ძირითადი მახასიათებლები, რადიაციული პარამეტრები, სხვადასხვა სიდიდეების განმარტებები. გადმოცემულია დედამიწის კლიმატის მოკლე ისტორია, მეტეოროლოგიური ელემენტების დაფიქსირებული კრიტიკული მნიშვნელობები, ეკოლოგიური სიტუაციები, ცნობები ბიომეტეოროლოგიისა და სამედიცინო კლიმატოლოგიის შესახებ, საინტერესო და საჭირო ფიზიკურ-გეოგრაფიული და ისტორიული ფაქტები. ყველა ამ საკითხებს იყენებენ მეტეოროლოგების, ჰიდროლოგების, კლიმატოლოგიის, ოკეანოლოგიის, ეკოლოგების სპეციალისტები ყოველდღიურ საქმიანობაში.

### 6.3. კრებულები

1) ავტორი/ავტორები

1. მ.ტატიშვილი

2. Kordzakhia G.I., Shengelia L.D., Tvauri G.A., Dzadzamia M.SH

3 I. Mkurnalidze, N. Kapanadze

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. International Scientific Conference „Natural Disasters in the 21st Century: Monitoring,

- Prevention, Mitigation Proceedings ISBN 978-9941-491-52-8
2. International Scientific Conference „Natural Disasters in the 21st Century: Monitoring, Prevention, Mitigation Proceedings ISBN 978-9941-491-52-8
3. International Scientific Conference „Natural Disasters in the 21st Century: Monitoring, Prevention, Mitigation Proceedings ISBN 978-9941-491-52-8

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. TSU, Tbilisi, Georgia
2. TSU, Tbilisi, Georgia
3. TSU, Tbilisi, Georgia

4) გვერდების რაოდენობა

1. 51-55
2. 202-205
3. 3

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. ღრუბლოვანი წარმონაქმნების მიკროსტრუქტურის ზოგიერთი თავისებურება განხილულია წყლის ნაწილაკებისათვის დამახასიათებელი კვანტური დისპერსიული ძალების ან ვან-დერ-ვაალსის ძალების გამოყენებით. ურთიერთქმედების პოტენციალის ფორმულის მისაღებად შემოტანილია კლასტერის ძირითადი და ბოლო მდგომარეობების ტალღური ფუნქციები და დისპერსიული მატრიცა, რომელიც აღწერს ვირტუალურ ფოტონს. აღმოჩნდა, რომ ვირტუალური ფოტონის ურთიერთქმედება იწვევს პოტენციურ ხვრელებსა და ბარიერებს, რომლებიც სიმაღლის და სიგანის მიხედვით მცირდება.

2. საქართველოში საკმაოდ მაღალი მყინვარებია დიდი კავკასიონის ქედზე. მყინვარების შესწავლამ მეტი მნიშვნელობა შეიძინა მეოცე საუკუნის მეორე ნახევარში მიმდინარე კლიმატის ცვლილების გამო, რომლის ზემოქმედებამ გამოიწვია მყინვარების მნიშვნელოვანი და სწრაფი დეგრადაცია, გამყინვარების ბუნებრივი კატასტროფების გამწვავება. მყინვარების დეგრადაციის გამო ქვეყანაში მოსალოდნელია წყლის ბალანსის ცვლილება და ლანდშაფტების დეგრადაცია. ეს სერიოზულ საფრთხეს უქმნის ქვეყნის მდგრად განვითარებას და, შესაბამისად, მყინვარების შესწავლა ერთ-ერთ პრიორიტეტულ საქმიანობად ითვლება. სტატიაში განხილულია მდინარე თერეკის მყინვარული აუზის მყინვარების დეგრადაციის დინამიკა მიმდინარე კლიმატის ცვლილების ფონზე. ინტეგრირებული კვლევის საფუძველზე მოცემულია ამ აუზის მყინვარების მდგომარეობა საწყის (კატალოგის გამოცემის მომენტში -1964), საშუალო (2006) და საბოლოო (2020) დროის წერტილებში. მყინვარების მახასიათებლები (რიცხვი, ფართობი) საშუალო და ბოლო მომენტებში განისაზღვრება მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრების გამოყენებით. კვლევის ტექნოლოგიურ-მეთოდოლოგიური მიდგომები ეფექტური აღმოჩნდა მყინვარების შესასწავლად ინოვაციურ მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე, რადგან საუკეთესო პრაქტიკა იქნა გამოყენებული ავტორების მიერ შემუშავებულ მეთოდებთან ერთად ამ პირობების შედარებამ აჩვენა, რომ კლიმატის ცვლილება სიჩქარე არაწრფივია, რაც მყინვარების დეგრადაციას მეორე პერიოდში უფრო ინტენსიურს ხდის, ვიდრე პირველში. ეს დასკვნა ასევე ადასტურებს IPCC მე-6 მოხსენების მთავარ თეზისს, რომ მთავარი პრობლემა არა კლიმატის ცვლილება, არამედ მისი სიჩქარეა.

3. მსოფლიოს მეტეოროლოგიური ორგანიზაციისა და გაეროს ბოლოდროინდელი მონაცემებით ყოველწლიურად ელვის მიერ მიყენებული მატერიალური ზარალი რამდენიმე ასეული ათასი დოლარით განისაზღვრება, ხოლო ადამიანთა მსხვერპლი 6000-24000-ს შეადგენს. კაცობრიობა დიდხანს ეძებს ამ ფენომენისაგან დაცვის საშუალებებს. აქედან გამომდინარე ძალიან აქტუალურია მოცემულ სტატიაში დეტალურად განხილული ელვისაგან დაცვის პასიური (ერთი ობიექტის დაცვა) და აქტიური (ერთდროულად რამდენიმე ობიექტის დაცვა) საშუალებები, დაწყებული ფრანკლინის სახლის სახურავზე დამაგრებული ლითონის ჯოხიდან დამთავრებული ალპებში, სენტის მთაზე აღმართული 124 მ. სიმაღლის ტერავატის სიმძლავრის ლაზერული ელვამრიდით, რომლის დიაპაზონი საკმარისია დიდი ტერიტორიების დასაცავად.

მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემებით ელჭექიან დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობა საქართველოში 40-ს აღწევს, რასაც ნასას მიერ თანამგზავრული მონაცემებით მიღებული გლობალური განაწილების რუკაც ადსტურებს. ამდენად, ელვისაგან დაცვის სფეროში მიღწეული წარმატებები ჩვენი რეგიონისთვისაც უაღრესად მნიშვნელოვანია.

#### 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

##### 1) ავტორი/ავტორები

1. Marika Tatishvili, Nana Bolashvili, Ana Palavandishvili

2. ვეფხია კუხალაშვილი, დემური დემეტრაშვილი, ვალიდა სესამე

##### 2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

1. Impact of short-term geomagnetic activity on meteorological parameters variability on the middle latitude region

doi:<http://.org/1052340/ggj>

2. Marine forecasting for the Georgian Sector of the Black Sea.

DOI.org/10.36073/1512-3979, ISSN 1512-3979

##### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. საქართველოს გეოგრაფიული ჟურნალი #2

2. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „საინფორმაციო საზოგადოება და განათლების ინტენსიფიკაციის ტექნოლოგიები“ შრომათა კრებული. 2021, N 1, (32), ტ. 1.1.

##### 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, საქართველო. საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოება

2. თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

##### 5) გვერდების რაოდენობა

1. 6

2. 5

#### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. ნაშრომში წარმოდგენილია ატმოსფეროში მეტეოროლოგიური პროცესების ევოლუციურ ხასიათზე ძლიერი მაგნიტოსფერული ქარიშხლების შესაძლო ზემოქმედების გამოკვლევა, რომელიც მიზნად ისახავს გამოავლინოს კორელაცია მაგნიტოსფერულ შემფოთებებსა და მეტეოროლოგიურ პარამეტრებს შორისა. კვლევა განპირობებულია იმით, რომ საქართველო მდებარეობს მეტეოროლოგიური საფრთხეებისადმი და განსაკუთრებით აქტუალურია მათი გამომწვევი ფიზიკური პროცესების შესწავლა. მზის ქარის ვარიაციების შედეგად გამოწვეული მეტეოროლოგიური ეფექტები ცუდად არის წარმოდგენილი ამინდისა და კლიმატის მოდელებში. გეომაგნიტური ქარიშხალი არის დედამიწის მაგნიტოსფეროს ძირითადი დარღვევა, რომელიც ცვლის ენერგიას მზის ქარიდან დედამიწის მიმდებარე კოსმოსურ გარემოში. ეს ქარიშხალი იწვევს დიდ ცვლილებებს დედამიწის მაგნიტოსფეროში.

გეომაგნიტური ინდექსები არის გეომაგნიტური აქტივობის საზომი, რომელიც ხდება მოკლე დროში. ისინი შეიქმნა დედამიწის იონოსფეროს და მაგნიტოსფეროს რეაგირების შესასწავლად მზის აქტივობის ცვლილებებზე. გეომაგნიტურ შტორმებსა და მეტეოროლოგიურ ელემენტებს შორის (ტემპერატურა, ნალექი, ქარი) კორელაცია განხორციელდა საქართველოს რეგიონისთვის მეტეოროლოგიური დაკვირვებისა და NASA-ს Solar Dynamics Observatory-ისა და NOAA კოსმოსური ამინდის პროგნოზირების ცენტრის მონაცემების

გამოყენებით. შედეგები აჩვენებს, რომ არსებობს დამოკიდებულება ამინდის პარამეტრებსა და გეომაგნიტურ შემფოთებებს შორის.

2. სტატიის მიზანია შავი ზღვის საქართველოს სექტორისა და მიმდებარე აკვატორიისათვის მათემატიკურ მოდელირებაზე დაფუძნებული საზღვაო პროგნოზირების მეთოდის მოკლე აღწერა ზოგიერთი მოდელური შედეგის ილუსტრირებით. ჰიდროფიზიკური ველების მოდელირება და მოკლევადიანი პროგნოზი ხორციელდება შავი ზღვის დინამიკის რეგიონული რიცხვითი მოდელის საშუალებით, რომელიც შემუშავებულია ი. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდისას გეოფიზიკის ინსტიტუტში. მოდელი ემყარება ოკეანის ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრულ სისტემას უკუმშვადის სითხისა და ჰიდროსტატიკურ მიახლოებაში და ითვალისწინებს ზღვის ფსკერის ტოპოგრაფიას და სანაპირო ხაზის კონფიგურაციას, ატმოსფერულ ზემოქმედებას, მზის რადიაციის შთანთქმას ზღვის ზედა ფენის მიერ, ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ტურბულენტული სიბლანტისა და დიფუზიის კოეფიციენტების სივრცით-დროებით ცვალებადობას, საქართველოს მთავარი მდინარეების ჩამონადენს. მოდელის განტოლებათა სისტემის ამსახსნელად გამოიყენება გახლეჩის ორციკლიანი მეთოდი.

## 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

### 1) ავტორი/ავტორები

1. M.Tatishvili, Z. Khvedelidze, I. Samxaradze, A. PalavandiShvili

2. M.Tatishvili

3. M.Tatishvili, L.Megrelidze, A.Palavandishvili

4. ზ.ხვედელიძე, ნ. ზოტიკიშვილი.

5. დ. დემეტრაშვილი

6 ლ. შენგელია, გ. კორძაბია, გ. თვაური, მ. ძამამია.

7. ნ. კაპანაძე, თ. ცინცაძე

8. ნ.კაპანაძე, ი. მკურნალიძე

9. ნ.კაპანაძე, ი. მკურნალიძე

### 2) სტატიის სათაური, ISSN

1. Influence of atmospheric circulation anomalies on weather and climate in Georgia".

ISSN 1512-0902

2. On some considerations of cloud particles and photons interaction ISSN-1512-1127

3. Study of the mean and extreme values, intensity and recurrence variability of meteorological elements based on the 1956-2015 observation data ISSN-1512-1127

4. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში ჰაერის ტურბულენტური ნაკადის დინამიკის შესწავლა მიკრორელიეფის ცვლილებისას. ISSN 06363.

5. მეზომასშტაბური ატმოსფერული პროცესების რიცხვითი მოდელის ენერგეტიკული ბალანსის განტოლებათა შესახებ. ISSN 1512 - 0902

6.. პირიქითი ალაზნის აუზის მყინვარების დეგრადაციის დინამიკა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე. ISSN 1512-0902

7. მდინარეთა აუზების ძირითადი რესურსები, ფუნქციები და ინტეგრირებული მართვის მექანიზმები, ISSN-1512-0902

8. ღრუბლიანობა და კოსმოსური სხივები, ISSN-1512-0902

9. Studies of the influence of galactic cosmic rays on the cloud cover of the Earth (Review of Research in Recent Decades), ISSN-1512-1127

### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1 სტუ -ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რევე-რირებადი შრომათა კრებული, ტ.131

2. *Journal of the Georgian Geophysical Society*, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127

*Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma*, v. 24(2)

3. *Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127*  
*Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 24(2)*

4. ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი „ფიზიკა“ ([http://gesj. Internet-academy. Org.ge/physic/;No1\(25\)](http://gesj. Internet-academy. Org.ge/physic/;No1(25). 2021წ)). 2021წ.

5. სტუ -ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, ტ.131

6. „ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 131

7. „ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 131

8. „ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 131

9. *Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127*  
*Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 24(2)*

#### 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. .თბილისი, სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის გამომცემლობა.

2. Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi

3. Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi

4. (<http://gesj. Internet-academy. Org.ge/physic/Tbilisi>).

5. .თბილისი, სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის გამომცემლობა.

6. თბილისი, სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის გამომცემლობა.

7. თბილისი, სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის გამომცემლობა.

8. თბილისი, სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის გამომცემლობა.

9. Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi

#### 5) გვერდების რაოდენობა

1. 55-58.

2. 5

3. 5

4. 42-51.

5. 8

6. 24-31

7. 6

8. 6

9. 6

#### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. განხილულია ჩრდილოატლანტიკური ოსცილაციის ინდექსი (NAO), რომელიც ეძღვნება ზედაპირული ზღვის წნევის დონეების სხვაობას, ჩრდილოატლანტიკის მაღალ განედებსა და ცენტრალურ ჩრდილო ატლანტიკაზე., ინდექსი დაკავშირებულია შუა და მაღალი გრძედების ამინდის და კლიმატის ცვლილების გავლენაზე. უზრუნველყოფენ ძლიერ (სუსტ) ჰაერის ნაკადს ჩრდილონახევარ სფეროს გასწვრივ და ციკლონურ ნაკადის გადაადგილებას ჩრდილოეთით ( სამხრეთით). ასეთი მძლავრი ატმოსფერული პროცესები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ამიერკავკასიის , კერძოდ საქართველოს ამინდისა და კლიმატის თავისებურებებზე. ცხადია ამ პროცესების ბუნების შეფასება და ანალიზი მეტად მნიშვნელოვანი სამეცნიერო პრობლემა.

2. სინათლის (ფოტონის) და ღრუბლის ნაწილაკების ურთიერთქმედება ძირითადი კვანტური დაშვების მიხედვით, იმაშია, რომ სისტემის შიდა ენერჯია შედგება ბმული მიკრონაწილაკებით (კლასტერი) გარკვეულ პირობებში, რომლითაც შესაძლებელია მათთვის დაშვებული დისკრეტული მნიშვნელობების მიღება, განხილულია სტატიაში. კვლევის მიზანია გამოვთვალოთ ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლის

ალბათობა, რომელიც გამოწვეულია შინაგანი ძალებით ან რაიმე შინაგანი პროცესებით. კლასტერი შეიძლება წარმოდგენილი იყოს როგორც მრავალპოლუსიანი სისტემა. ღრუბლოვანი წარმონაქმნების მიკროსტრუქტურის ზოგიერთი თავისებურება განხილულია წყლის ნაწილაკებისათვის დამახასიათებელი კვანტური დისპერსიული ძალების ან ვან-დერ-ვაალსის ძალების გამოყენებით. ურთიერთქმედების პოტენციალის ფორმულის მისაღებად შემოტანილია კლასტერის ძირითადი და ბოლო მდგომარეობების ტალღური ფუნქციები და დისპერსიული მატრიცა, რომელიც აღწერს ვირტუალურ ფოტონს. აღმოჩნდა, რომ ვირტუალური ფოტონის ურთიერთქმედება იწვევს პოტენციურ ხვრელებსა და ბარიერებს, რომლებიც სიმაღლის და სიგანის მიხედვით მცირდება. იზოლირებული გრძელი ტალღის რაოდენობა შეიძლება იყოს რადიაცია, რომელიც წარმოიქმნება დაკვირვებადი მიკროფიზიკური პროცესების განმავლობაში.

3. საქართველოს მეტეოროლოგიური ქსელის 39 სადგურის უკანასკნელი 60-წლიანი პერიოდის (1956-2015 წ.წ.) მონაცემებზე დაყრდნობით შესწავლილი იქნა მეტეოროლოგიური ელემენტების საშუალო და ექსტრემალური მნიშვნელობების ინტენსივობისა და განმეორებადობის ცვლილების ხასიათი. აღნიშნული 39 სადგური შერჩეული იქნა საქართველოს ტერიტორიის კლიმატური თავისებურებების ოპტიმალურად გათვალისწინების მიზნით. შეფასებული იქნა, როგორც ტემპერატურისა და ნალექების, ასევე ქარის სიჩქარისა და ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის ცვლილების ტენდენციები. როგორც საშუალო პარამეტრებისათვის (4 პარამეტრი - ტემპერატურა, ნალექები, ტენიანობა, ქარი), ისე ექსტრემალური კლიმატური ინდექსებისთვის (35 ინდექსი) შესწავლილი იქნა ცვლილების ტენდენციები საშუალო წლიური მნიშვნელობისა და წლის სეზონების მიხედვით. სექტორული კლიმატური ინდექსების გაანგარიშებისთვის გამოყენებული იქნა R-დაფუძნებული პროგრამული პაკეტი ClimPact2. განსახილველი დროითი სერიების ჰომოგენურობის შემოწმების მიზნით გამოყენებული იქნა R-დაფუძნებული პროგრამული უზრუნველყოფები RHtestV4 და RHtests\_dlyPrp4

4. ნაშრომში მოყვანილია განსაკუთრებული რელიეფის(მთა-გორიანობა, სხვადასხვა ზომის ხეობები) მქონე რეგიონებში თეორიული და მოდელური მიდგომა, ლოკალური მოვლენების შესწავლის მიზნით. შემოთავაზებული პროცედურა უზრუნველყოფს, რომ გარკვეული და დაზუსტებული იქნას შერჩეულ ტერიტორიაზე ჰაერის ტურბუნენტური ნაკადის დინამიკა და კლიმატის ცვლილებები. რეგიონზე გარკვეული ზემოქმედების ჩატარების შემდეგ, მითითებულია თანმიმდევრული თეორიული ღონისძიებები და სამუშაო მეთოდიკა დასმული ამოცანის გადაწყვეტისათვის. განხილული მეთოდიკა მეცნიერული სიახლეა და პრაქტიკაში დანერგვას ექვემდებარება.

5. მოცემულ სტატიაში ატმოსფეროს ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრული სისტემის საფუძველზე ჰიდროსტატიკურ მიახლოებაში შესაბამისი სასაზღვრო პირობების გამოყენებით მიღებულია ენერგეტიკული განტოლებები, რომლებიც აღწერენ ენერგეტიკულ გარდაქმნებს ოროგრაფიულად არაერთგვაროვანი დედამიწის ზედაპირის ზემოთ მოძრავ ჰაერის მასაში. მიღებული ენერგეტიკული განტოლებები გამოყენებული იქნება ენერგეტიკული გარდაქმნების შესასწავლად ატმოსფერულ პროცესებში, რომლებიც ვითარდებიან საქართველოს რთული არაერთგვაროვანი ზედაპირის ზემოთ. გარდა ამისა, აღნიშნული განტოლებები საშუალებას იძლევიან ვაკონტროლოთ რიცხვითი ამონახსნის სიზუსტე მოდელის განტოლებათა სისტემის ინტეგრირების პროცესში. მიღებულ განტოლებათა ანალიზის საფუძველზე აგებულია მეზომასშტაბურ პროცესებში ენერგეტიკულ გარდაქმნათა ზოგადი დიაგრამა.

6. სტატიაში მდინარე პირიქითი ალაზნის მყინვარული აუზის მყინვარების დეგრადაციის დინამიკა განხილულია თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ფონზე. ინტეგრალური კვლევის საფუძველზე მოყვანილია ამ აუზში შემავალი მყინვარების მდგომარეობა საწყის (კატალოგის მონაცემები 60-იანი წლებისა), საშუალო (2006 წ.) და საბოლოო (2020 წ.) დროით მომენტებში. მყინვარების მახასიათებლები (რაოდენობა, ფართობი) საშუალო და ბოლო მომენტებში განისაზღვრება მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრების გამოყენებით. ამ მდგომარეობების შედარებამ და ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ მყინვარების დეგრადაცია უფრო ინტენსიურია მეორე პერიოდში, ვიდრე პირველში. თუ განხილული დაახლოებით 60 წლიდან პირველი 50 წლის განმავლობაში მყინვარების რაოდენობა 28.6%-ით შემცირდა, ბოლო ათწლეულის განმავლობაში ეს შემცირება 70%-ია. თუ პირველი პერიოდის განმავლობაში მყინვარებით დაფარული ტერიტორია 56%-ით შემცირდა, მეორე პერიოდში ის 75,7%-ით შემცირდა. ეს აიხსნება ორი ფაქტორით: პირველი, რომ კლიმატის ცვლილებას არაწრფივი ხასიათი აქვს და მეორეს მხრივ კლიმატის ზემოქმედება უფრო მცირე ზომის მყინვარებზე უფრო ინტენსიურია.



7. განხილულია მდინარის აუზის ინტეგრირებული მართვის კონცეფციის წარმოშობისა და ევოლუციის ისტორია. გამახვილებულია ყურადღება მდინარეთა აუზების ტიპური ფუნქციებისა და ინტეგრირებული მართვის მექანიზმების შესახებ. გაანალიზებულია მდინარის აუზის წყლის რესურსების ინტეგრალური მართვის დანერგვის სამართლებრივი, პოლიტიკური, ინსტიტუციური და ეკონომიური კატეგორიები. აუზის მსოფლიო გამოცდილების მაგალითზე ნაჩვენებია მდინარეთა აუზების ინტეგრირებული მართვის თეორიული საფუძვლების, მიზნებისა და ამოცანების პრაქტიკაში დანერგვის შესაძლებლობა.

8. მოცემულ ნაშრომში წარმოდგენილია საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატოლოგიის თვალსაზრისით ღრუბლიანობის მოკლე დახასიათება. მეტეოროლოგიური მონაცემების საფუძველზე შესწავლილია დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოსთვის, წლის როგორც თბილ, ასევე ცივ პერიოდებში სხვადასხვა იარუსის ღრუბლების განაწილება, აღნიშნულია ღრუბლიანობის როლი დედამიწაზე კლიმატის ფორმირებაში.

გაანალიზებულია დედამიწის ღრუბლიან საფარზე გალაქტიკური კოსმოსური სხივების გავლენის შესწავლის მიზნით მსოფლიოს სხვადასხვა სამეცნიერო ცენტრში ჩატარებული კვლევები. წარმოდგენილია შესაბამისი ილუსტრაციები.

9. განხილულია მთელი რიგი სამეცნიერო ნაშრომებისა, რომლებიც ეხება გალაქტიკური კოსმოსური სხივების დედამიწის ღრუბლიანობასა და კლიმატზე შესაძლო გავლენის არსებობას. მოყვანილია შესაბამისი გრაფიკები. გაანალიზებულია საერთაშორისო ცენტრში CERN (პროექტი “CLOUD”), ბოლო ათწლეულში ჩატარებული, აღნიშნულ თემატიკისადმი მიძღვნილი კვლევები. მოყვანილია პროექტის წამყვანი სპეციალისტის მოსაზრება დედამიწის კლიმატის შესაძლო კატასტროფული ცვლილების შესახებ.

## 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.3. კრებულები

#### 1) ავტორები

##### 1. მ.ტატიშვილი

2. Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваური Г.А., Дзадзамия М.Ш.

3. Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваური Г.А., Дзадзамия М.Ш.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. Capacity Building in Geoscientific Research on Environmental Peacebuilding in the Southern Caucasus

ბეჭვდაშია

2. География: развитие науки и образования. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции LXXIV Герценовские чтения, 21-23 апреля 2021 года.

ISBN 978-5-8064-3044-2 (1 том)

3. Hydrological Processes in the Soil–Plant–Atmosphere System. IH SAS, E-Book, Bratislava,

ISBN: 978-80-89139-50-7

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. Giessen, Germany Giessen University

2. Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, Россия, Санкт-Петербург.

3. IH SAS, E-Book, Bratislava,

#### 4) გვერდების რაოდენობა

1. 5

2. 201-211

3. 256-263

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. საქართველო მთიანი ქვეყანაა რთული რელიეფით და მრავალფეროვანი კლიმატური ზონებით. ქვეყანა მიდრეკილია ყველა სახის ბუნებრივი ჰიდრომეტეოროლოგიური კატასტროფის მიმართ: ძლიერი წვიმა, სეტყვა, ჭექა-ქუხილი, წყალდიდობა და მეწყერი. ყველა ამ პროცესის კვლევას დიდი ისტორია აქვს: ის მე-19 საუკუნიდან იწყება და დღესაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გლობალური კლიმატის ცვლილების გამო. მათი სივრცით-დროითი ხასიათის შესასწავლად მრავალი მეთოდი იქნა გამოყენებული; მიდგომები მოიცავს რიცხვით მოდელირებას, სტატისტიკურ ანალიზს და ანალიტიკურ ამონახსნებს. აღნიშნული მეთოდები განხილულია წარმოდგენილ სტატიაში ადგილზე და თანამგზავრული დაკვირვების მონაცემების გამოყენებით. შედეგების გათვალისწინება მნიშვნელოვანია ადრეული გაფრთხილების სისტემაში

2. მცინვარების დეგრადაცია მიმდინარე კლიმატის ცვლილების ეფექტური მაჩვენებელია. ავტორები, ამ და წინა კვლევების საფუძველზე მივიდნენ დასკვნამდე, რომ თანამედროვე კლიმატის ცვლილება მნიშვნელოვან უარყოფით გავლენას ახდენს საქართველოს მცინვარებზე და იწვევს მათ ინტენსიურ დეგრადაციას. მცინვარების დეგრადაციის პრობლემაზე მეცნიერულად დასაბუთებული პასუხის მისაღებად ავტორებმა გამოიყენეს მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული დისტანციური ზონდირება, რადგან ეს ინოვაციური ტექნოლოგია შესაძლებელს ხდის მცინვარების დეტალურად შესწავლას საჭირო სიზუსტით და სივრცით-დროითი გარჩევადობით. მცინვარების დეგრადაციაზე გლობალური დათბობის გავლენის დეტალური აღწერისთვის დეტალურად იქნა შესწავლილი შემდეგი:

1. მცირე მცინვარების დნობის სტატისტიკა (ფართობი 0,1-დან 0,5 კმ<sup>2</sup>-მდე);
2. მცინვარების ფართობისა და რაოდენობის ცვლილება მცინვარულ აუზებში;
3. დიდი მცინვარების უკანდახევა (ფართობი > 2 კმ<sup>2</sup>).

წარმოდგენილია შესაბამისი რაოდენობრივი მონაცემები, ანალიზი და მიღებული შედეგების განზოგადება.

3. თანამედროვე კლიმატის ცვლილება ძლიერ უარყოფით გავლენას ახდენს კრიოსფეროზე, კერძოდ, მცინვარებზე. ამას აქვს მძიმე შედეგები მსოფლიოსთვის, კერძოდ, იცვლება ლანდშაფტი, მცირდება მცინვარული ჩამონადენი, იზრდება მცინვარებთან დაკავშირებული ბუნებრივი მოვლენების სიხშირე და მასშტაბი. კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მცინვარებზე ზემოქმედების შესასწავლად, ერთ-ერთი ეფექტური მიდგომა მცინვარული აუზების ცვლილების (კლების) დინამიკის შესწავლაა. ეს შესაძლებელია წარსულში ხელმისაწვდომი ინფორმაციის შედარებით ამჟამად არსებულ ინფორმაციასთან. საწყის მონაცემებად ვიყენებთ კატალოგის მონაცემებს. მდინარეების ასასა და არღუნის მცინვარული აუზების დეგრადაციის დინამიკის შესასწავლად გამოვიყენეთ ადრე, 2006–2015 წლებში (საშუალო მდგომარეობა) თანამგზავრულ მონაცემთა დამუშავების გზით განსაზღვრული საქართველოს მცინვარების მდგომარეობა და მახასიათებლები. აღნიშნულ კვლევებში თანამგზავრულ დისტანციური ზონდირების მონაცემთა სიზუსტისთვის (QA/QC) გამოყენებული იყო ისტორიული მონაცემები და საექსპერტო ცოდნა. მცინვარების დინამიკის შესასწავლად საწყის და საშუალო მდგომარეობას ჩვენ დავამატეთ ახალი მონაცემები 2020 წლის (საბოლოო მონაცემები) Landsat 8-ის თანამგზავრული სურთების გამოყენებით. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ კლიმატის ცვლილების სიჩქარე არაწრფივია, დეგრადაცია მეორე პერიოდში უფრო ინტენსიურია, ვიდრე პირველში.

**7.4. სტატები**

1) ავტორი/ავტორები

1. M. Tatishvili, M. Tsitsagi, M. Leuchner, O. Reitz
2. D. Demetrashvili, A. Surmava, V. Kukhalashvili
3. D. Demetrashvili, V. Kukhalashvili, D. Kvaratskhelia, A. Surmava
4. Davitashvili Teimuraz, Inga Samkharadze
5. Davitashvili Teimuraz, Inga Samkharadze, Lika Megreladze, Ramaz Kvatadze

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1..Drought Indices for Agricultural Monitoring in Georgia

2. Modeling of dynamic processes in the Black Sea and atmosphere in perspective of their coupling for the Black Sea region. ISSN 2603-5472, ISBN 978-619-7495-19-5, DOI 10.32008/ GEOLINKS 2021/ B2/V3
3. Marine forecast for the easternmost part of the Black Sea. ISSN 2603-5472, ISBN 978-619-7495-17-1, DOI 10.32008/GEOLINKS 2021/B1/V3
4. Study of Aeolian transfer of mineral dust from deserts to the territory of Georgia. DOI: [10.1007/s12517-020-06407-2](https://doi.org/10.1007/s12517-020-06407-2)
5. Using modern technology to protect vineyards from hail amid climate change <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123400034>

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Springer nature ბეჭედაშია
2. Conference Proceedings GEOLINKS - 2021, Book 2, Vol. 3
3. Conference Proceedings GEOLINKS - 2021, Book 1, Vol. 3
4. Arabian Journal of Geosciences 14(2)
5. E3S Web of Conferences **234**, 00034

4) გვერდების რაოდენობა

1. 10
2. 9
- 3.8
4. 14
5. 6

#### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. გვალვა დიდი გამოწვევაა სასოფლო-სამეურნეო და ბუნებრივი სისტემებისთვის. ის კომპლექსურია მრავალმხრივობითა და კომპლექსური კვლევის მეთოდოლოგიასთან დაკავშირებული გამოწვევებით. ამ კვლევაში ჩვენ ვაგრძელებთ არსებულ მიდგომას, რათა განვსაზღვროთ კავშირი მოკლევადიან და გრძელვადიან მეტეოროლოგიურ და სასოფლო-სამეურნეო გვალვის მაჩვენებლებსა და სხვადასხვა კულტურების რეაგირებას გვალვაზე. კვლევა ჩატარდა აღმოსავლეთ საქართველოს სამ მუნიციპალიტეტში (გორი, გურჯაანი და დედოფლისწყარო). მეტეოროლოგიური გვალვები შეფასდა სამი ინდექსის გამოყენებით (SPI, SPEI, EDI) სხვადასხვა დროის შკალებით ყოველდღიურიდან 3 თვემდე. ინდექსები გამოითვალა ამ მუნიციპალიტეტების ამინდის სადგურების ყოველდღიური ნალექების და ტემპერატურის მონაცემების საფუძველზე. სასოფლო-სამეურნეო გვალვა საკვლევ ტერიტორიაზე განისაზღვრა SASI-ის გამოყენებით MODIS-ის 8 დღიანი გამოსახულების საფუძველზე. ყველა გამოთვლა შესრულდა პროგრამაში R. Arc map 8.1 გვიჩვენებს, თუ როგორ იცვლებოდა წყლის დამაბულობის არეების წილი თითოეულ მუნიციპალიტეტში მაისიდან აგვისტომდე კვლევის პერიოდში. მოსავალი მოწყვლადია აგრარული გვალვისადმი. შედეგებმა აჩვენა, რომ გრძელვადიანი ინდექსების გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო გვალვების დასაკვირვებლად უფრო ეფექტური იყო. აღმოჩნდა, რომ იგივე მეტეოროლოგიური გვალვის პირობებში ვენახები და ბაღები გვალვის მიმართ ნაკლებად მგრძობიარეა, ვიდრე სახნავი მიწები. ეს პროცესი შეიძლება წარმატებით გაერთიანდეს მოსავლიანობისა და სარწყავი წყლის მოთხოვნილების მონაცემებთან, რათა უკეთ შეფასდეს აგრო- გვალვა.

2. დედამიწის შენსწავლელ მეცნიერებათა განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე ჰიდროთერმოდინამიკური და ეკოლოგიური პროცესების შესწავლა, მათი მონიტორინგი და პროგნოზი მეტად აქტუალური გახდა, რაც საზოგადოების მდგრადი განვითარების აუცილებელი პირობაა. კავკასიის რეგიონი ერთ-ერთი რთული რეგიონია მისი ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებების თვალსაზრისით. ამ თავისებურებებს განეკუთვნება შავი და კასპიის ზღვები და კავკასიის რთული რელიეფი. შავი და კასპიის ზღვები და ატმოსფერო წარმოადგენს ერთიან ჰიდროთერმოდინამიკურ სისტემას, სადაც ზღვასა და ატმოსფეროს შორის უწყვეტად მიმდინარეობს ენერჯის, იმპულსისა და ნივთიერებათა გაცვლის პროცესები. ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე პროცესების შესწავლის ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური მეთოდია მათემატიკური მოდელირება, რომელიც საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ ამ პროცესების რეპროდუცირება კომპიუტერის მეშვეობით და რაოდენობრივად შევაფასოთ ცალკეულ ფაქტორთა წვლილი აღნიშნულ

პროცესების განვითარებაში. მოცემულ სტატიაში მოკლედ აღწერილია ავტორთა მიერ შემუშავებული ზღვისა და ატმოსფეროს დინამიკის მოდელები და დასახულია მათი გაერთიანების გზები.

3. დინამიკური პროცესებისა და ანთროპოგენური და ბუნებრივი წარმოშობის მინარევების გავრცელების მოდელირება და პროგნოზი ზღვებისა და ოკეანეების სანაპირო და შელფურ ზონებში მნიშვნელოვანი სამეცნიერო და პრაქტიკული ამოცანაა, რადგანაც ეს ზონები დიდ ანთროპოგენურ დატვირთვას განიცდიან.

მოცემულ ნაშრომში წარმოდგენილია ჰიდროფიზიკური ველების მოდელირებისა და მოკლევადიანი პროგნოზის მაგალითები შავი ზღვის საქართველოს სექტორსა და მიმდებარე აკვატორიაში მაღალი გარჩევისუნარიანი ზღვის დინამიკის რეგიონული მოდელის გამოყენებით. შავი ზღვის დინამიკის z-დონის მათემატიკური რეგიონალური მოდელი ეფუძნება ოკეანის ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრულ სისტემას. რეგიონული მოდელი ჩადგმულია ზღვის ჰიდროფიზიკის ინსტიტუტის (ქ. სევასტოპოლი) შავი ზღვის დინამიკის აუზის მასშტაბის ჰიდროდინამიკურ მოდელში. რეგიონული მოდელის განტოლებათა სისტემის ამოსახსნელად გამოყენებულია რიცხვითი ალგორითმი, რომელიც დაფუძნებულია გახლეჩის მეთოდზე. გამოთვლები აჩვენებს, რომ ცირკულაციური პროცესები შავი ზღვის განაპირა აღმოსავლეთ წყლებში ხასიათდება სხვადასხვა ცირკულაციური რეჟიმის მუდმივი მონაცვლეობით და მეზომასშტაბური და სუბმეზომასშტაბური გრიგალური წარმონაქმნებით მთელი წლის განმავლობაში, რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ თერმოჰალინური ველების ფორმირებაზე. ატმოსფერული ქარის ზემოქმედებას მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვს ზღვის ზედაპირული ცირკულაციის ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ სტრუქტურაში.

4. ამ კვლევაში, რიცხვითი სიმულაციები, დისტანციური ზონდირების პროდუქტებთან ერთად, პირველად გამოიყენება ეოლიური მტვრის ტრანსპორტირების შესასწავლად უდაბნოებიდან საქართველოში. ამინდის კვლევისა და პროგნოზირების ქიმიის მოდელის (WRF-Chem) მიერ 2017 წლის დეკემბრიდან 2018 წლის ნოემბრის ჩათვლით ჩატარებული გამოთვლების შედეგებმა აჩვენა, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე მტვრის გადატანის ცხრა შემთხვევა დაფიქსირდა. ორი მათგანი, რომელიც გაიმართა 2018 წლის 22–24 მარტს და 25–26 ივლისს, მოდელირებულია და განხილულია ამ სტატიაში. გამოთვლის შედეგების შედარებამ PM10 ნაწილაკებზე და სატელიტური პროდუქტების დაკვირვების მონაცემებთან Cloud Aerosol Lidar და ინფრაწითელი გზამკვლევის სატელიტური დაკვირვება (CALIPSO) და საშუალო გარჩევადობის გამოსახულების სპექტრორადიომეტრი (MODIS) აჩვენა, რომ არჩეული WRF-Chem მოდელი აკმაყოფილებს იმ მოდელს. უდაბნოს მტვრის ტრანსპორტირება საქართველოს ტერიტორიაზე კავკასიის რთულ ოროგრაფიაში. გარდა ამისა, უდაბნოებიდან გადმოტანილი ეოლიური მტვრის აეროზოლი აღმოჩნდა მნიშვნელოვანი დამაბინძურებელი და გავლენა მოახდინა საქართველოს კლიმატზე. მართლაც, WRF-Chem მოდელის გამოთვლებმა აჩვენა, რომ შესწავლილ პერიოდში საქართველოს ტერიტორიაზე მტვერი თანაბრად გადადიოდა აფრიკის, ახლო აღმოსავლეთის და ცენტრალური (დასავლეთ) აზიის უდაბნოებიდან. აღსანიშნავია, რომ მათ შორის ორჯერ დაფიქსირდა მტვრის გადატანა ყარაკუმისა და ყიზილკუმის უდაბნოებიდან, რომლის კვალი კავკასიის მყინვარებზე (ელბრუსი და ყაზბეგი) ჯერ არ დაფიქსირებულა.

5. ბოლო ორი ათწლეულის განმავლობაში საქართველო განიცდიდა მზარდი წვიმების, სეტყვასა და წყალდიდობას, რამაც განსაკუთრებით გაანადგურა კახეთის ღვინის რეგიონი სამხრეთ საქართველოში, რამაც ასობით ვენახს სერიოზული ზიანი მიაყენა. 2015 წლიდან მთელი კახეთის რეგიონის დასაცავად დამონტაჟდა 85 სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო სისტემა, თუმცა თანამედროვე სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემის ეფექტური გამოყენებისთვის საჭირო გახდა რეგიონული და ადგილობრივი მასშტაბის ექსტრემალური ამინდის მოვლენების დროული პროგნოზირება. ამრიგად, წინამდებარე სტატია მიზნად ისახავს საქართველოში ამინდის პროგნოზირების თანამედროვე მოდელებისა და რადარის ტექნოლოგიების გამოყენებით ძლიერი კონვექციის, საშიში ნალექების და სეტყვის დროული პროგნოზის შემუშავებას. ამ მიზეზით WRF-

ARW მოდელის ფიზიკის პარამეტრიზაციის სქემების სხვადასხვა კომბინაცია, ARL READY სისტემა და თანამედროვე მეტეოროლოგიური რადარის Meteor 735CDP10 მონაცემები გამოიყენება ატმოსფეროს თერმოდინამიკური მდგომარეობის პროგნოზირებისთვის და კონვექციური განვითარების შესაძლო დონის შესაფასებლად. პროცესები. გამოთვლილი შედეგების ანალიზმა აჩვენა, რომ WRF მოდელის მიკროფიზიკის პარამეტრიზაციის სქემების ვარიანტები იწვევს რთულ რელიეფზე ნალექების პროგნოზის მნიშვნელოვან ცვალებადობას. იმავდროულად, READY სისტემის ზედა ჰაერის დიაგრამებმა ნათლად აჩვენა ატმოსფეროს არასტაბილურობა განხილული შემთხვევებისთვის. ამ გამოთვლების ზოგიერთი შედეგი წარმოდგენილი და გაანალიზებულია ამ ნაშრომში.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. მ.ტატიშვილი
2. მ.ტატიშვილი, ა.ფალავანდიშვილი
3. მ.ტატიშვილი
4. M.Tatishvili, Z. Khvedelidze, I. Samxaradze, A. Palavandishvili.
5. თ. ცინცაძე, ნ. კაპანაძე
6. თ. ცინცაძე, ნ. კაპანაძე
7. ნ.კაპანაძე, ი. მკურნალიძე
8. ნ.კაპანაძე, ი. მკურნალიძე
9. ვ. კუხალაშვილი, დ. დემეტრაშვილი, ვ. სესაძე
10. ვ. კუხალაშვილი, დ. დემეტრაშვილი, ა. სურმავა
11. ანა ფალავანდიშვილი
12. ლარისა შენგელია, გიორგი კორძაბია, გენადი თვაური, მურმან ძაძამია.
13. ლარისა შენგელია
14. ლარისა შენგელია, გიორგი კორძაბია, გენადი თვაური, მურმან ძაძამია.
15. ლარისა შენგელია, გიორგი კორძაბია, გენადი თვაური, მურმან ძაძამია.

#### 2) მოხსენების სათაური

1. Understanding natural processes causing extreme hydrometeorological events for early warning system
2. დედამიწის სადამკვირვებლო მისიის თანამგზავრების ინფორმაციის გამოყენება ამინდის და კლიმატის პროგნოზირებისთვის
- 3 ON THE WATER QUANTUM PROPERTIES IN METEOROLOGY
- 4 Influence of atmospheric circulation anomalies on weather and climate in Georgia
5. ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოები
6. მდინარეთა აუზების ძირითადი რესურსები, ფუნქციები და ინტეგრირებული მართვის მექანიზმები,
7. ღრუბლიანობა და კოსმოსური სხივები
8. Passive and Active Lighting Protection
9. Marine forecasting for the Georgian sector of the Black Sea
10. Prediction of hydrophysical fields in the Georgian sector of the Black Sea and the ways of its improvement
11. Structural data set in environmental issues
12. თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენებით ასასა და არღუნის აუზების მყინვარების დეგრადაციის დინამიკის შესწავლა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე
13. საქართველოს ზოგიერთი დიდი მყინვარის უკანდახევა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გამო და მათი სრული დნობის სავარაუდო თარიღები

14. პირიქითი ალაზნის აუზის მცინვარების დეგრადაციის დინამიკა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე

15. RIVER TEREK GLACIAL BASIN DEGRADATION DYNAMICS ON THE BACKGROUND OF CURRENT CLIMATE CHANGE

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. The international Conference "Capacity Building in Geoscientific Research on Environmental Peacebuilding in the Southern Caucasus, 2021, December, Tbilisi, georgia

2. საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო სემინარი და აკადემიის ყრილობა.5 ივნისი 2021. საქართველო

3 International Scientific Conference „Natural Disasters in the 21<sup>st</sup> Century: Monitoring, Prevention, Mitigation“, December 20-22, 2021TSU, Tbilisi, Georgia.

4. მაისის 68-ე სამეცნიერო სესია. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. 28 მაისი 2021, საქართველო

5. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია,19 მარტი, 2021, საქართველო, თბილისი.

6. მაისის 68-ე სამეცნიერო სესია. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. 28 მაისი 2021, საქართველო

7. მაისის 68-ე სამეცნიერო სესია. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. 28 მაისი 2021, საქართველო

8. The international Conference "Capacity Building in Geoscientific Research on Environmental Peacebuilding in the Southern Caucasus, 2021, December, Tbilisi, georgia

9. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „საინფორმაციო საზოგადოება და განათლების ინტენსიფიკაციის ტექნოლო- გიები“ 20-21 მაისი, 2021, თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი.

10. The international Conference "Capacity Building in Geoscientific Research on Environmental Peacebuilding in the Southern Caucasus, 2021, December, Tbilisi, georgia

11. The Regional Student Scientific and Practical Conference Digital transformation In Engineering Human - Computer Interaction. GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY (GTU) Faculty of Informatics and Control Systems 3-4 December 2021

12. საქართველოს ალექსანდრე ჯავახიშვილის სახელობის გეოგრაფიული საზოგადოებისა, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, სამეცნიერო კონფერენცია: “გეოგრაფიის თანამედროვე პრობლემები”.19 დეკემბერი 2021

13. 5 ივნისი 2021. საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო სემინარი და აკადემიის ყრილობა.

14. მაისის 68-ე სამეცნიერო სესია. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. 28 მაისი 2021, საქართველო

15. International Scientific Conference „Natural Disasters in the 21<sup>st</sup> Century: Monitoring, Prevention, Mitigation“,December 20-22, 2021TSU, Tbilisi, Georgia

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

1. გადაცემულია დასაბეჭდად

2. გადაცემულია დასაბეჭდად

3.გადაცემულია დასაბეჭდად

4.გამოქვეყნებულია

5.გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან ჰიდრომეტეოროლოგიაში მკვეთრად გაიზარდა ინტერესი ნალექწარმომქმნელი პროცესების შესწავლისადმი. ერთ-ერთი ქვეყანა, რომელშიც ინტენსიურად დაიწყო ღრუბლებისა და ნალექების შესწავლა მათზე ხელოვნური ზემოქმედების მიზნით, აშშ შემდეგ იყო საბჭოთა კავშირი, სადაც წამყვანი ადგილი საქართველოს ეკავა. კერძოდ, 1953 წელს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტმა დაიწყო ალაზნის ველზე კონვექციური ღრუბლების შესწავლა, რის

შედეგადაც 1959 წელს აღნიშნულ ტერიტორიაზე შეიქმნა სსრკ-ში პირველი სეტყვასთან ბრძოლის სამსახური. რამდენიმე წლის შემდეგ ანალოგიური სამუშაოები დაიწყო ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო-მეთოდური ხელმძღვანელობით. ორივე ოპერატიული ქვედანაყოფი ემსახურებოდა სეტყვასთან ბრძოლის ამოცანას და მათი პოტენციალი ნალექთა ხელოვნური გამოწვევის საქმეში მხოლოდ რამდენჯერმე იქნა ეპიზოდურად გამოყენებული 1970-იანი წლების დასაწყისში კახეთში ძლიერი გვალვის დროს.

1971 წელს სსრკ მთავრობის მიერ მიღებული იქნა დადგენილება სევანის ტბის აუზში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის (ნხგ) სამუშაოთა გაშლის შესახებ. ამ სამუშაოებში საკავშირო ჰიდრომეტეოსამსახურის წამყვან კვლევით დაწესებულებებთან ერთად ჩაერთო ამიერკავკასიის სამეცნიერო-კვლევითი ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტიც და 1973 წელს დაიწყო სევანის ტბის აუზში კონვექციური ღრუბლებზე ზემოქმედების სისტემატური ექსპერიმენტების ჩატარება ვ. ლომინაძის ხელმძღვანელობით.

ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა ახალი ეტაპი დაიწყო 1978 წლიდან, როდესაც აკად. გ. სვანიძის ხელმძღვანელობით ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტმა გაშალა საცდელ-საწარმოო სამუშაოები მდ. იორის აუზში სიონისა და თბილისის წყალსაცავების წყლის რესურსების გაზრდის მიზნით. სამუშაოები ტარდებოდა სეტყვასთან ბრძოლის გასამხედროებელი სამსახურის ხელშეწყობით 1000 კმ<sup>2</sup> ფართობზე (ა.ქარცივაძე, ნ. ბეგალიშვილი, ბ. ბერიტაშვილი, მ. ვათიაშვილი, თ. ცინცაძე), რომელმაც შემდგომში მოიცვა ფარავნის ტბის აუზიც (ნ. ბეგალიშვილი, შ. ლუღუშაური). შემუშავებული იქნა რანდომიზებული მეთოდით ჩატარებული ზემოქმედების ეფექტურობის დადგენის კომპლექსური მეთოდიკა, რომელიც ეყრდნობოდა რადიოლოკაციური, ჰიდროლოგიური და ნალექზომი ქსელის დაკვირვებათა მასალების ერთდროულ გამოყენებას. ჩატარებული შეფასებების თანახმად, დადგენილ იქნა საცდელ ტერიტორიაზე კონვექციური ღრუბლებიდან ნალექთა 10-15 %-ით გაზრდის შესაძლებლობა 90-95%-ის სარწმუნო დონეზე. 80-იანი წლების მეორე ნახევარში ექსპერიმენტის შედეგები დაინერგა სეტყვასთან ბრძოლის გასამხედროებელი სამსახურის ტერიტორიაზე 5 ათასი ჰა ფართობზე ღრუბლებიდან დამატებითი ნალექების მიღების სამუშაოებში. დაგეგმილი იყო ზამთრის საღრუბლო სისტემაზე ნხგ ექსპერიმენტების ჩატარებაც.

პროექტი, რომლის შესრულება ინსტიტუტში ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებად ითვლებოდა და მოიცავდა როგორც საველე ექსპერიმენტებს, ისე თეორიულ სამუშაოებს 1991 წლიდან შეწყდა და 20 წლის მანძილზე თითქმის მივიწყებული იქნა. თუმცა, 2016 წელს სტუ-ში დასმულმა ამოცანამ, ქვეყნის ტერიტორიაზე ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების მონიტორინგის სისტემის შექმნის შესახებ, გააჩინა იდეა ნხგ საცდელი სამუშაოების ჩატარების შესახებ მდ. იორის აუზში, სადაც წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის საკითხებთან ერთად შემოწმებული იქნებოდა ამ რესურსების შევსების შესაძლებლობა ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების გზით, რაც მიმდინარე საუკუნის ბოლოსთვის კლიმატის პროგნოზირებულ ცვლილებასთან ადაპტირების ერთ-ერთი ქმედითი გზა იქნება.

6. გამოქვეყნებულია

7. გამოქვეყნებულია

8. გადაცემულია დასაბეჭდად

9. პრეზენტაცია შეეხება რეგიონული საზღვაო პროგნოზის სისტემას შავი ზღვის საქართველოს სექტორისა და მიმდებარე აკვატორიისათვის, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოვთვალოთ დინების, ტემპერატურისა და მარილიანობის 3 დღიანი პროგნოზები 1 კმ სივრცითი გარჩევისუნარიანობით. ჰიდროფიზიკური ველების მოდელირება და მოკლევადიანი პროგნოზი ხორციელდება შავი ზღვის დინამიკის რეგიონული რიცხვითი მოდელის საშუალებით, რომელიც შემუშავებულია ი. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის გეოფიზიკის ინსტიტუტში. მოდელი ემყარება ოკეანის ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრულ სისტემას უკუმშვადის სიბრტყისა და ჰიდროსტატიკურ მიახლოებაში და ითვალისწინებს ზღვის ფსკერის ტოპოგრაფიას და სანაპირო ხაზის კონფიგურაციას, ატმოსფერულ ზემოქმედებას, მზის რადიაციის შთანთქმას ზღვის ზედა ფენის მიერ, ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ტურბულენტული სიბლანტისა და დიფუზიის კოეფიციენტების სივრცით-დროებით ცვალებადობას, საქართველოს მთავარი მდინარეების ჩამონადენს. მოდელის განტოლებათა სისტემის ამსახსნელად გამოიყენება გახლეჩის ორციკლიანი მეთოდი.

10. გადაცემულია დასაბეჭდად

11. სტატიაში მოყვანილია 2000-2020 წლის საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული 50 სადგურისა და სატელიტის ნალექის თვის ჯამის მონაცემების სტატისტიკური ანალიზი **R-instat** პროგრამაში. კერძოდ, ინვენტარიზაცია, კორელაცია, საშუალო გადახრა და აბსოლუტური დევიაცია, როგორც მთელი პერიოდისთვის, ასევე თვეების მიხედვით. სატელიტური მონაცემები ამოღებულია შესაბამისი კოორდინატების მიხედვით CHIRPS-ის მონაცემთა ბაზიდან, ხოლო სადგურის ნალექის თვის ჯამი გარემოს ეროვნული სააგენტოს CLIDATA-ს ბაზიდან. მონაცემთა დამუშავებისას ასევე გამოყენებული იყო ბაიესიანის ანალიზი. მონაცემთა დამუშავებისას ამოღებულ იქნა ის სადგურები, სადაც მთელი პერიოდისთვის აკლდა მონაცემთა 50%-ზე მეტი. ზოგადად ნალექის სივრცულ-დროით განაწილებას ჰეტეროგენური ხასიათი აქვს. კორელაციის კოეფიციენტი კარგ თანხვედრაშია ყველა შემთხვევისთვის, ხოლო აბს. დევიაცია უჩვენებს მონაცემების გაფანტულობას, რაც დაკავშირებული უნდა იყოს საქართველოს ტერიტორიის რთულ რელიეფთან. შედეგები მოყვანილია ცხრილებსა და გრაფიკებში. მონაცემთა ასეთი ანალიზი და შედარება საშუალებას გვაძლევს შევიშუაოთ კომბინირებული გვალვის ინდექსი (CDI) და გვალვის საფრთხის რუკა მთელი საქართველოს მასშტაბით, 5კმ რეზოლუციით. ასევე კვლევა მნიშვნელოვანია კლიმატის ცვლილების შეფასებისთვის, ჰიდრომეტეოროლოგიური სტიქიური მოვლენების ადრეული გაფრთხილების სისტემისთვის, რადგან საქართველოს ტერიტორია მეტად მოწყვლადია ამ სტიქიების მიმართ

12. შესწავლილია აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეების ასასა და არღუნის აუზების მცინვარების დეგრადაციის დინამიკა კლიმატის ცვლილების გამო. კვლევისათვის გამოყენებულია მცინვარების კატალოგის, თანამგზავრ LANDSAT 8-ის 2014 წლის 28 აგვისტოს და 2020 წლის 13 სექტემბერის თანამგზავრული ინფორმაცია. საწყის მონაცემებს წარმოადგენს კატალოგში არსებული მცინვარების მახასიათებლები. მცინვარული აუზებში შემავალი მცინვარების დინამიკის წარმოსადგენად გამოყენებულია სამი დროითი მომენტი ანუ ორი დროითი პერიოდი. პირველი პერიოდი მოიცავს დაახლოებით 50 წელს, ხოლო მეორე პერიოდი მხოლოდ 6 წელს.

კვლევის შედეგად გამოტანილია დასკვნა, რომ განხილულ დროით პერიოდში ყველა აუზის მცინვარები დნება, ამასთან მცინვარების დეგრადაცია გაცილებით ინტენსიურია მეორე პერიოდში, ვიდრე პირველში ანუ მცინვარების დნობას არაწრფივი ხასიათი აქვს.

13. შესრულებული კვლევის საფუძველზე დადგინდა შემდეგი:

1. კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შედეგად საქართველოს დიდი მცინვარების უკანდახევას არაწრფივი ხასიათი აქვს;
2. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზემოქმედებით დიდი მცინვარები უკან იხევენ და ეს უკანდახევა აჩქარებულია როგორც დასავლეთ საქართველოში, ისე აღმოსავლეთ საქართველოში. დიდი მცინვარების დეგრადაციის პროცესი აღმოსავლეთ საქართველოში უფრო აქტიურია, ვიდრე დასავლეთ საქართველოში. ეს შეიძლება აიხსნას, აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს ჰავაში განსხვავებით, კერძოდ, აღმოსავლეთ საქართველოს ჰავა კონტინენტურია, ხოლო დასავლეთ საქართველოს ჰავა ზღვაური ნოტიოა და ამიტომ გაცილებით ტენიანი. ამასთან ტემპერატურების მნიშვნელობები უფრო მეტად მატულობს საქართველოს აღმოსავლეთ ნაწილში ვიდრე დასავლეთში;
3. დიდი მცინვარების სრული დნობის სავარაუდო თარიღების განსასაზღვრავად გამოყენებულია კლიმატის ცვლილების სცენარი BaU.  
კვლევებით დადგინდა, რომ განხილული მცინვარების უკანდახევის აპროქსიმაცია ამ სცენარის პირობებში შესაძლებელია პარაბოლის მრუდით;
4. კლიმატის ცვლილების სცენარი BaU-ს პირობებში მოთვლილია ოთხი დიდი მცინვარის სრული დნობის სავარაუდო თარიღები.

14. გამოქვეყნებულია

15. გადაცემულია დასაბეჭდად

## 8. 2. უცხოეთში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. D. Demetrashvili, V. Kukhalashvili, A. Surmava



2. D. Demetrashvili, V. Kukhalashvili, D. Kvaratskhelia, A. Surmava

3. George KORDZAKHIA, Larisa SHENGELIA, Genadi TVAURI, Murman DZADZAMIA.

4. George KORDZAKHIA, Larisa SHENGELIA, Genadi TVAURI, Murman DZADZAMIA.

5. George KORDZAKHIA, Larisa SHENGELIA, Genadi TVAURI, Murman DZADZAMIA.

6. George KORDZAKHIA, Larisa SHENGELIA, Genadi TVAURI.

7. George KORDZAKHIA, Larisa SHENGELIA, Genadi TVAURI, Murman DZADZAMIA.

2) მოხსენების სათაური

1. Modeling of dynamic processes in the Black Sea and atmosphere in perspective of their coupling for the Black Sea

2. Marine forecast for the easternmost part of the Black Sea

3. ТРИ ФАКТОРА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ДЕГРАДАЦИЮ ЛЕДНИКОВ ГРУЗИИ

4. Degradation of glaciers of basin of the river Pirikiti Alazani (Georgia) due to climate change

5. GLACIERS DEGRADATION DYNAMICS OF GLACIAL BASINS OF RIVERS ASSA AND ARGHUNI ON THE BACKGROUND OF CURRENT CLIMATE CHANGE

6. CLIMATE CHANGE IMPACT ON GEORGIAN GLACIERS

7. CURRENT CLIMATE CHANGE IMPACT ON GLACIERS DEGRADATION IN GEORGIA

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 17-18 May 2021 Online Conference

2. 17-18 May 2021 Online Conference

3. 21-23 апреля 2021 года, международная научно-практическая конференция LXXIV Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена. Online

4. 4 June 2021 ENVIRO 2021 Agrokomplex Nitra, Nitra, Slovakia. Online

5. 10.11.2021 Institute of Hydrology of the Slovak Academy of Sciences. Bratislava, Slovakia. Online

6. 10.11.2021 Institute of Hydrology of the Slovak Academy of Sciences. Bratislava, Slovakia.

7. November 3-12, 2021 Glasgow (United Kingdom).

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

1. გამოქვეყნებულია

2. გამოქვეყნებულია

3. გამოქვეყნებულია

4. გამოქვეყნებულია

5. გამოქვეყნებულია

6. გადაცემულია დასაბეჭდად

7. გადაცემულია დასაბეჭდად

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

## ინსტიტუტი ტექინფორმი

### 2021წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ინსტიტუტი ტექინფორმი

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)  
ქვეყნის სამეცნიერო და ინოვაციური პროცესების აღწერის, მონიტორინგისა და მართვის ინფორმაციული უზრუნველყოფის მიზნით ინტეგრირებული საინფორმაციო ანალიზური სისტემის განვითარება, გაძლიერება და შესაბამისი სტატისტიკურ-მათემატიკური მოდელირებისა და საინფორმაციო ტექნოლოგიურ (IT) საშუალებათა შემუშავება.  
პროგრამა შედგება 4 მიმართულებისგან.

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. მიმართულება პირველი: სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის მონიტორინგისა და მართვის ინფორმაციული უზრუნველყოფა.

სამეცნიერო საქმიანობის აღმწერი ინფორმაციის მოპოვება-დამუშავების, ანალიზისა და გავრცელების, აგრეთვე ინფორმაციის ხელმისაწვდომობის ტექნოლოგიური პროცედურების სრულყოფა

(მოდერნიზაცია) (სამეცნიერო და საინოვაციო ინტეგრირებული საინფორმაციო სისტემის პირველად მონაცემთა ინფორმაციული ნაკადების ფორმირების პროცედურების სრულყოფა)

დარგი: საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი,

სამეცნიერო მიმართულება: კომპიუტერული და საინფორმაციო მეცნიერებანი.

1.ა. საქართველოს სამეცნიერო პროდუქციისა და მეცნიერ-ექსპერტთა მონაცემთა ბაზების აქტუალიზაცია-ექსპლოატაცია და საინფორმაციო ქსელებში მათი განთავსება:

- ტექნოლოგიების ტრანსფერისა და ინოვაციების გავრცელების ხელშემწყობი ორგანიზაციების ელექტრონული კატალოგის (ცნობარის) ფორმირება, განახლება.
- საინოვაციო წინადადებების (პროექტების) მონაცემთა ბაზის ფორმირება, განახლება.
- ტექინფორმის მოქმედი მონაცემთა ბაზების, ელექტრონული კატალოგების და საინფორმაციო სისტემების აქტუალიზაცია და ექსპლოატაცია.

1.ბ. საუნივერსიტეტო საინფორმაციო ელექტრონული სისტემების შემუშავება-დანერგვა:

- კვლევითი პროექტების on-line რეჟიმში მოქმედი რეგისტრაციის შემუშავებული სისტემის საუნივერსიტეტო დონეზე დანერგვა.
- შრომათა დეპონირების ელექტრონული სისტემის შექმნა და ექსპლოატაციაში გაშვება.
- მეცნიერთა პორტფოლიოსა და პროფილის ელექტრონული სისტემის შექმნა e-Prints-ის საფუძველზე.

**1.გ. სამეცნიერო პუბლიკაციების ელექტრონული რეფერატული ჟურნალების მომზადება და გამოცემა.**

- საქართველოს საბუნებისმეტყველო და ჰუმანიტარული მეცნიერებათა რეფერატული ჟურნალები.
- ამიერკავკასიის პუბლიკაციების რეფერატული ჟურნალი ნანოტექნოლოგიებში..

**1.დ. საქართველოს სამეცნიერო პუბლიკაციების საერთაშორისო ბაზებში ჩართვის ხელშეწყობა.**

- საქართველოს სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემების რეიტინგის შეფასება და შესაბამისი რეკომენდაციების შემუშავება სამეცნიერო პუბლიკაციების ხარისხის ამაღლებისა და საერთაშორისო ბაზებში მოხვედრის ხელშეწყობის მიზნით.

**1.ე. ეროვნული ტერმინთა ბანკის შექმნისა და განვითარების ინფორმაციული მხარდაჭერა (ენათმეცნიერების ინსტიტუტთან თანამშრომლობით).**

- ტერმინოლოგიური მასალების კვლევა, ტერმინთა შესატყვისების შესწავლა, ფონდის შექმნა.

**2. მიმართულება მეორე: სამეცნიერო და ინოვაციური სფეროების მდგომარეობის და განვითარების ტენდენციების შეფასება სტატისტიკურ-მათემატიკური მოდელირების მეთოდების გამოყენებით.**

**დარგი:** საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი,

**სამეცნიერო მიმართულება:** სტატისტიკა და ალბათობა (მათემატიკური მოდელირება).

**2.ა. სამეცნიერო და ინოვაციური სფეროების მდგომარეობის და განვითარების ტენდენციების შეფასება სტატისტიკურ-მათემატიკური მოდელირების მეთოდების გამოყენებით:**

- საქართველოს ინოვაციური შესაძლებლობების პოზიციონირება და შედარებითი ანალიზი მსოფლიოს სხვა ქვეყნებთან მიმართებაში.
- ეკონომიკის ინოვაციური განვითარების მოდელების შემუშავება და ანალიზი მათემატიკური, სტატისტიკური და რიცხვითი მოდელირების მეთოდებით.

**3. მიმართულება მესამე: სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის პროდუქტიულობის შეფასება მეცნიერებათმზომელობის (scientometrics) მეთოდების გამოყენებით.**

**დარგი:** საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი,

**სამეცნიერო მიმართულება:** კომპიუტერული და საინფორმაციო მეცნიერებანი (მეცნიერებათმზომელობა).

**3.ა. მეცნიერების სხვადასხვა დარგებში მომუშავე მეცნიერების და სამეცნიერო კოლექტივების ბიბლიომეტრული პარამეტრების შერჩევის და გამოთვლის სპეციალიზებული პროცედურების შემუშავება:**

- სამეცნიერო კოლექტივების პოტენციალის შეფასების მეთოდის შე-მუშავება, სამეცნიერო ციტირების ეფექტიანი კოლექტიური ინდექსის საფუძველზე და კოლექტივის სამეცნიერო აქტივობის მიმართულებების გათვალისწინებით.

**3.ბ. ინოვაციური პროექტების პერსპექტიულობის შეფასება:**

- ინოვაციური პროექტების პერსპექტიულობის შეფასების მეთოდის შემუშავება Web of Science (Core Collection) და საპატენტო ინფორმაციის DERWENT Innovation, Derwent World Patent Index საფუძველზე, Clarivate Analytics სისტემის გამოყენებით.

**4. მეოთხე მიმართულება: აგრარული სფეროს მართვისა და ინფორმაციული უზრუნველყოფის საინფორმაციო-ანალიზური სისტემის ფორმირება, განვითარება.**

**დარგი:** აგრარული მეცნიერებანი,

**სამეცნიერო მიმართულება:** საინფორმაციო სისტემები.

**4.ა. აგრარული სფეროს საინფორმაციო-ანალიზური სისტემის საინფორმაციო-ტექნოლოგიური უზრუნველყოფის შემუშავება FAO სტანდარტებისა და დებულებების და GODAN-ის საფუძველზე.**

- სოფლის მეურნეობის ხელმძღვანელი მუშაკების, მეცნიერების, სპეციალისტთა ინფორმაციული მომსახურების სისტემის შექმნა საერთაშორისო აგროქსელის საინფორმაციო რესურსების საფუძველზე FAO-ს პროექტების ჩარჩოებში.
- საერთაშორისო დონეზე აგრარული სფეროს ქართველ მეცნიერთა პუბლიკაციების ხელმისაწვდომობის გაზრდა (შრომების ექსპორტირება FAO AGRIS-ის ელექტრონულ სივრცეში, თეზაურუს AGROVOC-ში ტერმინების მიწოდებაში).

## 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.ა. 2020-2025 წწ.
- 1.ბ. 2020-2023 წწ.
- 1.გ. 2020-2025 წწ.
- 1.დ. 2020-2022 წწ.
- 1.ე. 2020-2023 წწ.
- 2.ა. 2020-2023 წწ.
- 3.ა. 2020-2025 წწ.
- 3.ბ. 2020-2025 წწ.
- 4.ა. 2020-2025 წწ.

## 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ხელმძღვანელი: თ. ჩუბინიშვილი; თანახელმძღვანელები: ნ. მახვილაძე, მ. კოპალეიშვილი, პასუხისმგებელი შემსრულებლები: ი. ბედინაშვილი, ე. მისაბიშვილი, ნ. ჩხაიძე, პროგრამული უზრუნველყოფა: ა. ბერიძე, ა. ფაცაცია. შემსრულებლები: მ. ლოდელიანი, ნ. ბაჩილაძე, ე. პავლოვიჩი, ვ. სარჯველაძე, ნ. შოთაშვილი.
2. ხელმძღვანელი: ს. გოგოძე; შემსრულებლები: მ. ლოდელიანი, ნ. შოთაშვილი.
3. ხელმძღვანელი: ლ. ჩოხანიანი; შემსრულებლები: ფ. წოწკოლაური, მ. ლებედევა, ინფორმაციული უზრუნველყოფა: ა. ფაცაცია.
4. ხელმძღვანელი: ნ. მახვილაძე, პასუხისმგებელი შემსრულებელი: მ. რაზმაძე, შემსრულებლები: ლ. ჩოხანიანი, ე. პავლოვიჩი, ც. დოსმიშვილი. ინფორმაციული უზრუნველყოფა: ა. ფაცაცია.

## 2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. მიმართულება პირველი: სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის მონიტორინგისა და მართვის ინფორმაციული უზრუნველყოფა.  
სამეცნიერო საქმიანობის აღმწერი ინფორმაციის მოპოვება-დამუშავების, ანალიზისა და გავრცელების, აგრეთვე ინფორმაციის ხელმისაწვდომობის ტექნოლოგიური პროცედურების სრულყოფა (მოდერნიზაცია) (სამეცნიერო და საინოვაციო ინტეგრირებული საინფორმაციო სისტემის პირველად მონაცემთა ინფორმაციული ნაკადების ფორმირების პროცედურების სრულყოფა).

**დარგი:** საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი,

**სამეცნიერო მიმართულება:** კომპიუტერული და საინფორმაციო მეცნიერებანი.

**ვრცელი ანოტაცია:**

**1.ა. საქართველოს სამეცნიერო პროდუქციისა და მეცნიერ-ექსპერტთა მონაცემთა ბაზების აქტუალიზაცია - ექსპლოატაცია და საინფორმაციო ქსელებში მათი განთავსება**

- **ახალი ტექნოლოგიების და საინოვაციო წინადადებების (პროექტების) მონაცემთა ბაზის ფორმირება, განახლება.**

2021 წელს გრძელდებოდა ახალი ტექნოლოგიების და საინოვაციო წინადადებების მონაცემთა ბაზის აქტუალიზაცია (შევსება, განახლება). დღეისათვის ბაზა შეიცავს 875-მდე ჩანაწერს ქართული და ინგლისურენოვანი ვერსიებით. ბაზის აქტუალიზაციის ინფორმაციის ძირითადი წყაროებია: კვლევითი ორგანიზაციები, კვლევების, ტექნოლოგიების და ინოვაციების ხელშეწყობი საერთაშორისო ცენტრი - ICARTI, საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი „საქპატენტი“, აგრეთვე დამოუკიდებელი სამეცნიერო-მკვლევართა და გამომგონებელთა ჯგუფები.

ბაზაში ძიება შესაძლებელია სამეცნიერო-ტექნიკური რუბრიკატორით, ასევე საკვანძო სიტყვით და ფრაზით. განსახილველი მონაცემთა ბაზის დანიშნულებაა საქართველოს გამომგონებელთა, მეცნიერ-მკვლევართა მიერ მიღებული შედეგების გავრცელება-პოპულარიზაცია და ქართული ან უცხოური ორგანიზაციების დაინტერესების შემთხვევაში, კომერციალიზაციის ხელშეწყობა.

ამ მეტად მნიშვნელოვანი მონაცემთა ბაზის ჩანაწერების რაოდენობის გაზრდის მიზნით (ბაზის შესავსებად) 2020 წელს დაიწყო და საანგარიშო წელსაც გრძელდებოდა შესაბამისი ელექტრონული სისტემის შემუშავება, რომელიც ნებისმიერ სამეცნიერო ჯგუფს შესაძლებლობას მისცემდა მათ მიერ შემუშავებული საინოვაციო პროექტის (წინადადების) მონაცემთა ბაზაში ჩატვირთვას on-line რეჟიმში. სამწუხაროდ მის სრულად ამუშავებას ხშირად აფერხებს წარმოდგენილი პროექტების ექსპერტული შეფასებების არარსებობის შემთხვევები.

- **ტექნოლოგიების ტრანსფერის ქსელებისა და ინოვაციების გავრცელების ხელშეწყობი ორგანიზაციების ელექტრონული კატალოგი (ცნობარი).**

საანგარიშო პერიოდში გრძელდებოდა წინა პერიოდში დაწყებული ტექნოლოგიების ტრანსფერის ქსელებისა და ინოვაციების გავრცელების ხელშეწყობი ორგანიზაციების ელექტრონული კატალოგის (ცნობარის) შევსება-განახლების სამუშაოები. ამჟამად კატალოგი შეიცავს 109 ჩანაწერს. აქედან 34 ტექნოლოგიების ტრანსფერის ქსელია, ხოლო 75 - ტექნოლოგიების ტრანსფერის და ინოვაციების გავრცელების ხელშეწყობი ორგანიზაციები. ელექტრონულ კატალოგში ორგანიზაციის ძიება შესაძლებელია საქმიანობის, ადგილმდებარეობის და საკვანძო სიტყვის მიხედვით. კატალოგის გასამდიდრებლად გრძელდება ახალი ორგანიზაციების (ქსელების, ცენტრების) მოძიება.

- **ტექნიფორმის მოქმედი მონაცემთა ბაზების, ელექტრონული კატალოგების და საინფორმაციო სისტემების აქტუალიზაცია და ექსპლოატაცია.**

ტექნიფორმში საინფორმაციო ფონდების ის ნაწილი, რომელიც ელექტრონული ფორმით არის წარმოდგენილი, შედგება ორი ჯგუფისაგან. პირველი მათგანი შეიცავს თავისუფალი წვდომის რეჟიმში მოქმედ ბაზებსა და კატალოგებს. ელექტრონული საინფორმაციო ფონდების მეორე ნაწილი შეიცავს ციფრულ ფორმატში წარმოდგენილ ისეთ სამეცნიერო პროდუქციას როგორცაა მცირე ტირაჟიანი ან გამოუქვეყნებელი შრომები, დაცული დისერტაციები, დეპონირებული გამოუქვეყნებელი ხელნაწერები, სამეცნიერო ანგარიშები და ა.შ., ფაქტიურად ძირითადად სამეცნიერო რუხი ლიტერატურა და რუხი დოკუმენტები.

2021 წლის განმავლობაში მიმდინარეობდა ტექნიფორმის საინფორმაციო ელექტრონული ფონდის პირველი ჯგუფის იმ მონაცემთა ბაზების აქტუალიზაცია, რომლებიც ჩატვირთულია ტექნიფორმის საიტზე და აუცილებელი რეჟიმით მუდმივად წლების განმავლობაში ხდება მათი გააქტიურება და ექსპლოატაცია - მომხმარებელთა საინფორმაციო მომსახურება ინფორმაციის თავისუფალი წვდომის რეჟიმში. ამჟამად ტექნიფორმის საიტზე ჩატვირთულია აქ აღნიშნული პირობებით ფუნქციონირებადი შემდეგი მონაცემთა ბაზები: საქართველოს სამეცნიერო პუბლიკაციები, დასრულებული და მიმდინარე კვლევითი პროექტები, საქართველოს მეცნიერთა პუბლიკაციები მაღალი რეიტინგის მქონე ჟურნალებში, საქართველოს მეცნიერ-

ექსპერტები, ახალი ტექნოლოგიები და საინოვაციო წინადადებები, აგრეთვე ტექნოლოგიების ტრანსფერის ქსელებისა და ინოვაციების გავრცელების ხელშემწყობი ორგანიზაციების ელექტრონული კატალოგი (ცნობარი).

ტექნიფორმის ელექტრონული საინფორმაციო ფონდის მეორე ჯგუფის მასივები წარმოადგენენ ინფორმაციის წყაროებს სხვადასხვა ფუნქციონალური დანიშნულების საინფორმაციო ამოცანების გადაჭრისას.

### **1.ბ. საუნივერსიტეტო საინფორმაციო ელექტრონული სისტემების შემუშავება-დანერგვა.**

პუნქტის 1.ბ.-ს ფარგლებში ამ ეტაპზე მიმდინარეობდა შემდეგი სამუშაოები:

- **კვლევითი პროექტების on-line რეჟიმში მოქმედი რეგისტრაციის შემუშავებული სისტემის საუნივერსიტეტო დონეზე დანერგვა.**

ქვეყნის სამეცნიერო სისტემისა და ინოვაციური საქმიანობის არსებული მდგომარეობის აღწერისა და შეფასებისთვის მეტად მნიშვნელოვანია ქვეყანაში მიმდინარე და დასრულებული კვლევითი პროექტების შესახებ პერმანენტულად განახლებადი საინფორმაციო ფონდის არსებობა. ასეთი ფონდის ფორმირების და აქტუალიზაციის პროცესის უმნიშვნელოვანესი ეტაპია პირველადი ინფორმაციის მოძიება, მოპოვება, მისი დამუშავება და შესაბამისი მონაცემთა ბაზის ფორმირება.

ამ ინფორმაციის მატარებელი დოკუმენტების სისტემატური მოპოვება ქვეყანაში ამჟამად გართულებულია. ეს გამოწვეულია სამეცნიერო ინფორმაციული ნაკადების ფორმირების მარეგულირებელი ნორმების არარსებობით.

აღნიშნული პრობლემის გადასაჭრელად ტექნიფორმში სტუ-ს ახალგაზრდა მეცნიერთა და სტუდენტთა ინოვაციურ საქმიანობათა ხელშემწყობი სამსახურის - „ერთად“ თანამშრომლობით 2018-2019 წლებში შემუშავდა სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების საუნივერსიტეტო და სახელმწიფო დონეებზე სავალდებულო რეგისტრაციის on-line რეჟიმში მოქმედი სისტემა. სისტემა რეგისტრაციასთან ერთად უზრუნველყოფს ქვეყანაში წარმოებული სამეცნიერო კვლევების რეფერატულ-ბიბლიოგრაფიული მონაცემთა ბაზის ფორმირებას, მის პერმანენტულ განახლებას და ელექტრონულ ქსელებში კვლევების შედეგების ოპერატიული გავრცელების შესაძლებლობის გაზრდას.

2019 წლის ბოლოს სტუ-ს პროექტის მიმდებმა კომისიამ დადებითად შეაფასა შემუშავებული სისტემა და მიზანშეწონილად ჩათვალა 2020-2021 წლებში კვლევითი პროექტების რეგისტრაციის სისტემის დანერგვა საუნივერსიტეტო დონეზე - სტუ-ის სტრუქტურის დაქვემდებარებაში მყოფ სამეცნიერო -კვლევით ერთეულებში (ინსტიტუტები, კვლევითი ცენტრები, ფაკულტეტები).

სტუ-ს რექტორის ბრძანებით 2020 წლის დეკემბერში დაწყო სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების რეგისტრაციის შემუშავებული ელექტრონული სისტემის დანერგვა სტუ-ს სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებში. ამ მიზნით 2021 წლის პირველ კვარტალში ჩატარდა შემდეგი სამუშაოები:

ა) ჩამოყალიბდა კვლევითი პროექტების სავალდებულო რეგისტრაციის დებულების სამუშაო ვერსია;

ბ) მომზადდა კვლევითი პროექტების რეგისტრირების პროცესის გზამკვლევი;

გ) სამეცნიერო-კვლევით ერთეულებმა შეარჩიეს და წარმოადგინეს პროექტების რეგისტრაციაზე პასუხისმგებელი/საკონტაქტო პირები;

დ) პროექტების რეგისტრაციაზე პასუხისმგებელ/საკონტაქტო პირთათვის და მკვლევარებისთვის ჩატარდა ტრენინგები (ვებინარები) რეგისტრაციის დებულებისა და რეგისტრირების გზამკვლევის გაცნობისა და პრაქტიკული მეცადინეობის მიზნით. კვლევითი პროექტების რეგისტრაციის სისტემის დანერგვის შესახებ სტუ-სა და ტექნიფორმის საიტებზე განთავსდა შესაბამისი საინფორმაციო ცნობა.

ამჟამად, დასრულებულია დანერგვითი სამუშაოები. პროექტის დანერგვის სამუშაო ჯგუფი აქტიურად უწყევს კონსულტაციებს ინსტიტუტების კვლევების რეგისტრაციაზე პასუხისმგებელ პირებს, რომელთაც უჩნდებათ პროექტების რეგისტრაციასთან დაკავშირებული შეკითხვები, მაგალითად პროექტების აღმწერი ინფორმაციის ცვლილებასთან დაკავშირებით და ა.შ. ინსტიტუტების მიერ რეგისტრირებული პროექტები იტვირთება

სარეგისტრაციო სისტემაში და გარკვეული ვადის გასვლის შემდეგ რეგისტრირებული პროექტები იტვირთება სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების მონაცემთა ბაზაში.

ამჟამად ბაზაში ასახულია 1900 ჩანაწერი. რედაქტირების პროცესშია 45 ჩანაწერი. 2021 წელს ბაზაში დარეგისტრირებულია 110 პროექტი.

აღნიშნული პროექტის განხორციელებაში აქტიურად არიან ჩართული შემდეგი სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტები:

- ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,
- წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი,
- ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი,
- სტუ-ს „ი. ჟორდანიას სახელობის საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი“,
- სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოტექნოლოგიის ცენტრი,
- ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი,
- ახალგაზრდა მეცნიერთა და სტუდენტთა ინოვაციურ საქმიანობათა ხელშეწყობის ცენტრი - „ერთად“,
- კვანტური ფიზიკის და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტი.

• **შრომათა დეპონირების ელექტრონული სისტემის შექმნა და ექსპლოატაციაში გაშვება**

ამ მიმართულებით საანგარიშო წელს გრძელდებოდა მუშაობა სამეცნიერო რუხი ლიტერატურის და რუხი დოკუმენტების (Grey Literature, Grey Documents) ინფორმაციული ნაკადების დამუშავებასა და შესაბამისი ელექტრონული ფონდის ფორმირება-აქტუალიზაციაზე. კერძოდ განიხილებოდა გამოუქვეყნებელი ექსპერტიზაგავლილი (რეცენზირებული) სამეცნიერო შრომების აღრიცხვა-დეპონირების და შესაბამისი მონაცემთა ბაზის ფორმირების საინფორმაციო და პროგრამული უზრუნველყოფის, აგრეთვე განიხილებოდა ზოგიერთი ტექნიკური და საორგანიზაციო საკითხები.

დღეისათვის დეპონირების პროცესი გულისხმობს რუხი სამეცნიერო ლიტერატურის განთავსებას ელექტრონულ სადეპოზიტო ბიბლიოთეკაში, ხოლო მისი ბიბლიოგრაფიულ-რეფერატული აღწერის განთავსებას დეპონირებული ლიტერატურის მონაცემთა ბაზაში. 2021 წელს გრძელდებოდა 2020 წელს დაწყებული დეპონირების სისტემის ფორმირების და მისი პრაქტიკაში დანერგვისათვის აუცილებელ ღონისძიებათა შემუშავება. კერძოდ, საანგარიშო წლის დასაწყისში დასრულდა 1974 წლიდან 2021 წლამდე ტექნიკურ დეპონირებისათვის შემოსული სამეცნიერო შრომების ციფრულ ფორმატში გადაყვანის სამუშაოები. შედეგად შესაძლებელი ხდება გამოუქვეყნებული სამეცნიერო დეპონირებული შრომების სრულად ჩართვა IT ტექნოლოგიების საფუძველზე წარმოებულ სამუშაოებში (კვლევებში). ამასთან ერთად 2021 წელს განახლდა ტექნიკურ ფონდში არსებული საქართველოში დაცული დისერტაციების ავტორეფერატების ბიბლიოგრაფიის ციფრულ ფორმატში გადაყვანა.

ამ პერიოდში განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა სისტემის პროგრამულ უზრუნველყოფას. კერძოდ სისტემა უნდა ეფუძნებოდეს წამყვან თანამედროვე ტექნოლოგიებს საუკეთესო პრაქტიკების გამოყენებით. ამ პირობით შერჩა შემდეგი ტექნოლოგიები: Angular 9, Apollo GraphQL client/server, Node.js Express.js, Prisma ORM, PostgreSQL).

სამოქმედო გეგმის მიხედვით ეს სამუშაოები უნდა დასრულდეს 2022 წელს, თუმცა სამწუხაროდ უნდა ითქვას, რომ საანგარიშო 2021 წელს ქვეყანაში შექმნილი მდომარეობა გამოწვეული კორონა ვირუსის პანდემიით, სოციალურ-ეკონომიკური და პოლიტიკურ სფეროებში არსებული მდომარეობით, საგრძნობლად შეფერხდა სამეცნიერო მუშაობის ნორმალური წარმართვა. რის გამოც, შესაძლებელია ვერ მოხერხდეს გეგმით გათვალისწინებული 1.2.2. პუნქტის სამუშაოთა დასრულების ვადების დაცვა.

• **მეცნიერთა პორტფოლიოსა და პროფილის ელექტრონული სისტემის შექმნა e-Prints-ის საფუძველზე.**

საანგარიშო პერიოდში განიხილებოდა მეცნიერთა საქმიანობის (მოღვაწეობის) შეფასების ინფორმაციული და პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავების საკითხები. პრაქტიკაში მეცნიერთა საქმიანობის შეფასებისას ყველაზე ხშირად კრიტერიუმები ეფუძნება გამოქვეყნებული სტატიების ციტირების ინდექსს და გამოქვეყნებული სტატიების რაოდენობას. ამასთან ერთად ბოლო წლების განმავლობაში მეცნიერზომელობითი სფეროს ანალიტიკოსები ხშირად მიმართავენ აგრეთვე სამეცნიერო კვლევების შედეგების (გამოქვეყნებული შრომების) შეფასების ალტერნატივების მეთოდებს, რომლის ინფორმაციული უზრუნველყოფის საფუძველი განსხვავდება ციტირების მეთოდის ინფორმაციული უზრუნველყოფისგან.

გარდა სამეცნიერო პუბლიკაციებისა მეცნიერთა მოღვაწეობის შეფასებისათვის მნიშვნელოვანია აგრეთვე სხვა სახის ინფორმაციის ფლობა. მაგალითად ინფორმაცია მათი ჩართულობის შესახებ ქვეყანაში სამეცნიერო სფეროში არსებულ პრობლემების აღმოფხვრაში.

საქართველოსთვის, ისევე როგორც სხვა ქვეყნებისთვის რომლებმაც ბოლო 30-35 წლების განმავლობაში მოიპოვეს დამოუკიდებლობა, მეტად აქტუალურია განათლებისა და სამეცნიერო სფეროებში მათ წინაშე წარმოქმნილი პრობლემები. ამ თვალსაზრისით საქართველოს სამეცნიერო სფერო განიცდის საკადრო კრიზისს, რაც გამოწვეულია ქვეყნის მეცნიერებაში დასაქმებულ ახალგაზრდა მეცნიერთა რაოდენობის კატასტროფიული კლებით. ამიტომ მნიშვნელოვანია სტუდენტების, ე.ი. მომავალი მეცნიერების და სპეციალისტების სწავლებასთან ერთად, ახალგაზრდების სამეცნიერო საქმიანობაში მოზიდვის მიზნით, მეცნიერთა მონაწილეობის გააქტიურება და წახალისება სამეცნიერო მიღწევების გავრცელება-პოპულარიზაციაში პრესის, სხვადასხვა მედია საშუალებების, თუ საჯარო ლექციების მეშვეობით.

ამდენად მეცნიერთა საქმიანობის შეფასებისას გარდა ზემოთ მოყვანილი ფაქტორებისა შესაძლებელია სხვა ყურადსაღები ფაქტორების დასახელებაც. მიზანშეწონილია განიხილებოდეს მეცნიერის მოღვაწეობის აღმწერი ის ინფორმაცია, რომელიც დაახასიათებდა მეცნიერთა გამოცდილებას ამ განსახილველი თემატიკით (მიმართულებით). ზოგიერთი სახეობის შესახებ ინფორმაციის მოპოვება ოფიციალური წყაროებით არის შესაძლებელი, მაგრამ სხვა სახის დოკუმენტებისათვის ინფორმაციის მოპოვება შესაძლებელია იყოს ძალიან რთული, ზოგჯერ შეუძლებელი. ასეთი საინფორმაციო მასალის წვდომის შესაძლებლობა აქვს მხოლოდ თვით მეცნიერს როგორც ავტორს ან როგორც დოკუმენტის ფიგურანტს. აქედან გამომდინარე საჭიროა შეიქმნას მეცნიერთა საქმიანობის აღმწერი პირადი პირველადი დოკუმენტების (მასალების) „კალათა“, რომელშიც მოხვდება ის ინფორმაციული მასალები, რომლებსაც თვით მეცნიერი მიიჩნევს თავისი საქმიანობის მნიშვნელოვან ფაქტორად და გახდის მათ საჯარო განხილვის საგნად.

თუ დავაჯამებთ აქ გამოთქმულ მოსაზრებებს ინფორმაციული უზრუნველყოფის შესახებ ცხადი ხდება რომ ერთ საინფორმაციო სივრცეში ერთიანდება სამეცნიერო ნაშრომები, გამოქვეყნებული ან გამოუქვეყნებელი მასალები, პრეზენტაციები, ანგარიშები, სხვადასხვა სახის კვლევითი სამუშაოები, ფოტო, აუდიო და ვიდეო მასალები და სხვ. რომლებიც მიმართულია ქვეყნის სამეცნიერო და ინოვაციური საქმიანობისა და უმაღლესი განათლების სისტემის განვითარებაზე.

მიზანშეწონილია, რომ ხსენებული ინფორმაციული „კალათის“ ფორმირება, ისევე როგორც გამოუქვეყნებელი სამეცნიერო შრომების დეპონირების პროცესი, ეფუძნებოდეს IT-ტექნოლოგიებს და უზრუნველყოფდეს გლობალურ საინფორმაციო ქსელში არაკომერციული გზით მასზე თავისუფალ წვდომას.

როგორც აჩვენებს ჩატარებულმა სამუშაოებმა ამის საშუალებას იძლევა ელექტრონული არქივების ფორმირებისა და მართვის სისტემა Eprints-ი, რომლის საფუძველზე უნდა შეიქმნას უნივერსიტეტის მეცნიერთა პერსონალური პორტფოლიო - თემატურად გაერთიანებული სხვადასხვა ფორმისა და შინაარსის სამეცნიერო შრომები და პროფილი - სამეცნიერო-ბიოგრაფიული მოღვაწეობის მნიშვნელოვანი ფაქტების აღმწერი სხვადასხვა სახის დოკუმენტები. ამგვარად შესაძლებელი იქნება ერთ საინფორმაციო სივრცეში განთავსდეს სამეცნიერო ნაშრომები, გამოქვეყნებული ან გამოუქვეყნებელი მასალები, პრეზენტაციები, ანგარიშები, სხვადასხვა სახის კვლევითი სამუშაოები, ფოტო, ვიდეო და აუდიო მასალები, რომლებიც მიმართულია ქვეყნის სამეცნიერო და ინოვაციური საქმიანობისა და უმაღლესი განათლების სისტემის განვითარებაზე.



### 1.გ. სამეცნიერო პუბლიკაციების ელექტრონული რეფერატული ჟურნალების მომზადება და გამოცემა

- საქართველოს საბუნებისმეტყველო და ჰუმანიტარული მეცნიერებათა რეფერატული ჟურნალები

2021 წელს მომზადდა და გამოიცა ელექტრონული რესურსის სახით (ISSN 1512-0775, E ISSN 1987-5800, <https://doi.org/10.36073/1512-0775>) ქართული რეფერატული ჟურნალები #25 (37) და #26 (38) ქართულ-ინგლისურ ენებზე. თითოეულში შედის პუბლიკაციების რეფერატები თემატური რუბრიკებით: საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები, საინჟინრო საქმე და ტექნოლოგიები, სამედიცინო მეცნიერებები, აგრარული მეცნიერებები, სოციალური მეცნიერებები. ჟურნალის #25(37) შეიცავს 291 რეფერატს, #26(38) – 387 რეფერატს.

გამოიცა ქართული რეფერატული ჟურნალის ჰუმანიტარული მეცნიერებების სერიის სასიგნალო ეგზემპლარი. ჟურნალი შეიცავს 103 პუბლიკაციის რეფერატსა და ბიბლიოგრაფიას.

([https://files.techinformi.ge/\\$/KIZhK](https://files.techinformi.ge/$/KIZhK))

- ამიერკავკასიის პუბლიკაციების რეფერატული ჟურნალი ნანოტექნოლოგიებში

გამოიცა ყოველწლიური ინგლისურენოვანი თემატური რეფერატული ელექტრონული ჟურნალი Caucasus Abstracts Journal of Nanoscience and Nanotechnology (E ISSN 2667-9221, <https://doi.org/10.36073/2667-9221>)

ჟურნალში მოცემულია საქართველოს, აზერბაიჯანისა და სომხეთის მკვლევართა პუბლიკაციების რეფერატების კრებული ნანომეცნიერებისა და ნანოტექნოლოგიების სფეროში. შეიცავს 27 პუბლიკაციის რეფერატებსა და ბიბლიოგრაფიას.

### 1.დ. საქართველოს სამეცნიერო პუბლიკაციების საერთაშორისო ბაზებში ჩართვის ხელშეწყობა.

- საქართველოს სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემების რეიტინგის შეფასება და შესაბამისი რეკომენდაციების შემუშავება სამეცნიერო პუბლიკაციების ხარისხის ამაღლებისა და საერთაშორისო ბაზებში მოხვედრის ხელშეწყობის მიზნით.

საქართველოს სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემების რეიტინგის შეფასების მიზნით შესწავლილ იქნა ISSN საქართველოს ეროვნულ ცენტრში რეგისტრირებული გამოცემები. მათი რაოდენობა არ აღემატება 200-ს (ჰუმანიტარული დარგის გარეშე). გამოცემების ნაწილი ამჟამად არ გამოდის ან არ აქვეყნებს მონაცემებს საქმიანობის შესახებ. დღეისათვის აქტიურ გამოცემებად განიხილება 149 დასახელების სამეცნიერო ჟურნალი. შესწავლილ იქნა ის ბიბლიოგრაფიული მონაცემები, რაც გარკვეულწილად ასახავს მათ მზაობას სამეცნიერო პუბლიკაციების საერთაშორისო მონაცემთა ბაზებში ჩასართავად. ინფორმაცია გამოცემის შესახებ ალბულო იქნა ჟურნალის ოფიციალური საიტებიდან, რაც გადამოწმებული და დადასტურებულ იქნა გამომცემლის მიერ.

შესწავლილ იქნა რამდენადაა დაცული საერთაშორისო სამეცნიერო ბაზებში ჩართვისათვის საჭირო კრიტერიუმები: პუბლიკაციების რეცენზირება, გამოცემის პერიოდულობა, ჟურნალის დამოუკიდებელი საიტი, რედკოლეგიების საერთაშორისო შემადგენლობა, ციფრული ობიექტის ინდექსის მინიჭება, სამეცნიერო ბაზებში ინდექსაციის მდგომარეობა და სხვ. კვლევის შედეგები ადასტურებს, რომ სამეცნიერო ჟურნალების მნიშვნელოვანი რაოდენობა ვერ აკმაყოფილებს საერთაშორისო სამეცნიერო ბაზებში ჩართვისათვის აუცილებელ მოთხოვნებს.

სრული ინფორმაცია ცალკეული სამეცნიერო ჟურნალის შესახებ ასახულია გამოცემაში „საქართველოს სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემების ცნობარი“, რომელიც გამოიცა ქართულ ენაზე მონოგრაფიის სახით (ISBN: 978-99928-810-7-1, DOI: <https://doi.org/10.36073/978-99928-810-7-1>) და ინგლისურ ენაზე ელექტრონული რესურსის სახით (DOI: <https://doi.org/10.36073/DSPG>).

### 1.ე. ეროვნული ტერმინთა ბანკის შექმნისა და განვითარების ინფორმაციული მხარდაჭერა

- ტერმინოლოგიური მასალების კვლევა/მიება, ტერმინთა შესატყვისების შესწავლა, ფონდის შექმნა.

ქართული ეროვნული ტერმინთა ბანკის დანიშნულებათა ნორმატიული ლექსიკონების ბაზაზე ტერმინოლოგიური ფონდის შექმნა, ეროვნული ნორმატიული შესატყვისების დადგენა, რაც ხელს შეუწყობს ქართული

ტერმინოლოგიური ლექსიკონების, ტერმინების თავისუფალ განთავსებას საერთაშორისო ბაზებსა და ქსელებში და გარკვეულწილად აღმოფხვრის ქვეყანაში არსებული ტერმინების სიჭრელეს.

საქართველოს ტერმინოლოგიის ასოციაციის წესდებით განსაზღვრულ მიზნებს შორის ინფორმაციული სფეროს შემადგენელია:

- ტერმინოლოგიური ლექსიკონების, ტერმინოლოგიის პორტალისა და ტერმინთა ეროვნული ბანკის შექმნა, რომელშიც არსებული ტერმინები და ტერმინთა კრებულები ყველასთვის ხელმისაწვდომი იქნება;
- ტერმინოლოგიის შესახებ ინფორმაციის ფართო გავრცელება (ტერმინთა ბაზებსა თუ სხვა წყაროებზე საზოგადო წვდომა, ტერმინოლოგიურ მონაცემთა ბაზებსა და ლექსიკონებზე ინფორმაციის მიწოდება); სამთავრობო უწყებებისა და კერძო ორგანიზაციებისთვის ტერმინოლოგიური მომსახურების შეთავაზება.

ეროვნული ტერმინოლოგიური ბანკის - ტერმინთა ბანკის ფორმირება ჩვენს ქვეყანაში 2015 წელს წამოიწყო ენათმეცნიერების ინსტიტუტის სამეცნიერო ტერმინოლოგიისა და თარგმნითი ლექსიკონების განყოფილებამ.

ქართულ ტერმინთა ბანკში თავს იყრის უმნიშვნელოვანესი მასალა, კერძოდ: სხვადასხვა დროის დარგობრივი ლექსიკონები; ენათმეცნიერების ინსტიტუტში დაცული ხელნაწერი ფონდები; უმნიშვნელოვანესი ოქმები, რომლებშიც XX საუკუნის ტერმინოლოგიური საკითხების შესახებ გამართული სხდომების ჩანაწერებია დაცული; დარგის სპეციალისტების მიერ სხვადასხვა დროს გამოთქმული შენიშვნები; ძველი ქართული ტერმინოლოგიური მასალა; არასალიტერატურო ფონდი; სხვადასხვა გაზეთში შემონახული ტერმინოლოგიური მასალა; ტერმინოლოგიასთან დაკავშირებული ბიბლიოგრაფია თემატური საძიებლებით.

ტექნიფორმი ტერმინთა ბანკის შექმნის საქმიანობაში 2020 წლიდან ჩაერთო. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინსტიტუტ ტექნიფორმისა და არნოლდ ჩიქობავას ენათმეცნიერების ინსტიტუტის თანამშრომლობით ამჟამად მიმდინარეობს ტერმინთა ბანკის დღეისთვის არსებულ ფონდში თავმოყრილი მასალის ბიბლიოგრაფიული დამუშავება. ეს მნიშვნელოვანი მასალა მოიცავს ცალკეულ სტატიებს, წიგნებს, ლექსიკონებს და სხვ. კერძოდ დამუშავებულია შემდეგი მასალა:

***1823-1939 წლების ქართული ლექსიკოლოგიური ლიტერატურა შედგენილი გიორგი ბაქრაძის მიერ:***

- I განმარტებითი ლექსიკონები;
- II დიალექტური ლექსიკონები;
- III ონომასტიკური ლექსიკონები;
- IV ტერმინოლოგიური ლექსიკონები;
- V უცხო სიტყვათა ლექსიკონები;
- VI ორთოგრაფიული ლექსიკონები;
- VII თარგმნითი ლექსიკონები;
- VIII შედარებითი-ისტორიული ლექსიკონები;
- IX ენციკლოპედიური ლექსიკონები.

***ენათმეცნიერების ინსტიტუტის კრებულები:***

- ტერმინოლოგიის საკითხები, I-IV ტომები (2014-2020);
- ქართული სიტყვის კულტურის საკითხები, I-XX ტომები (1972-2020);
- ქართველურ ენათა სტრუქტურის საკითხები, I-XV ტომები (1959-2020);
- იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, I-XLVIII ტომები (1946-2020).

***მასალა სხვადასხვა წყაროდან.***

ყოველი ობიექტის აღმწერი მონაცემების გაციფრული ერთობლიობა ანუ ჩანაწერი წარმოდგენილია შემდეგი ველებით: ჩანაწერის საიდენტიფიკაციო კოდი, სახელწოდება, ავტორი, დარგი, გამოცემის წელი, გამოცემის ადგილი, გამოცემის ტიპი, გამომცემლობა, გვერდების რაოდენობა, შენიშვნა), რაც უზრუნველყოფს

ერთგვაროვნების პრინციპს და სხვადასხვაგვარი მიების (სათაურის, ავტორის თუ სხვა მახასიათებლის მიხედვით) საშუალებას იძლევა.

საანგარიშო წელს ტექნიკორმის მხარდაჭერით ინგლისურიდან ქართულ ენაზე ითარგმნა ტერმინთბანკის საერთაშორისო სტანდარტი INTERNATIONAL STANDARD ISO 30042, Second edition, 2019-04 Management of terminology resources — TermBase eXchange (TBX), Gestion des ressources terminologiques — TermBase eXchange (TBX) (50 გვ.). ეს სტანდარტი უახლოეს მომავალში გამოიცემა.

უნდა აღინიშნოს ტექნიკორმის მჭიდრო თანამშრომლობა საქართველოს ვ. ბერიძის ტერმინოლოგიის ასოციაციასთან. ტექნიკორმის თანამშრომლები საქართველოს ტერმინოლოგიის ასოციაციის წევრები არიან. მონაწილეობენ ენათმეცნიერების ინსტიტუტის სამეცნიერო ტერმინოლოგიის განყოფილების მიერ გამართულ ღონისძიებებში. მიმდინარე წელს ინსტიტუტი მონაწილეობდა 7 დეკემბრის VII ადგილობრივ კონფერენციაში „სამეცნიერო ტერმინოლოგია“, რომელიც ამ განყოფილების 80 წლისთავს მიეძღვნა.

ევროპის ტერმინოლოგიის ასოციაციის EAFT-ის რუკაზე მონიშნულია საქართველოს ტერმინოლოგიის ასოციაცია. რუკაზე წარმოდგენილია ორგანიზაციები (უნივერსიტეტები, ოფიციალური ცენტრები, ქსელები, ეროვნული და საერთაშორისო ასოციაციები,) რომლებიც დაკავშირებულია EAFT-თან და ჩართულნი არიან ევროპაში ტერმინოლოგიის შექმნის, სტანდარტიზაციისა ან გავრცელების საქმეში.

იხ. რუკა <https://www.eaft-aet.net/en/terminology-map>

## 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.ა. 2020-2025 წწ.
- 1.ბ. 2020-2023 წწ.
- 1.გ. 2020-2025 წწ.
- 1.დ. 2020-2022 წწ.
- 1.ე. 2020-2023 წწ.

## 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ხელმძღვანელი: თ. ჩუბინიშვილი; თანახელმძღვანელები: ნ. მახვილაძე, მ. კოპალეიშვილი, პასუხისმგებელი შემსრულებლები: ი. ბედინაშვილი, ე. მისაბიშვილი, ნ. ჩხაიძე, პროგრამული უზრუნველყოფა: ა. ბერიძე, ა. ფაცაცია. შემსრულებლები: მ. ლოდელიანი, ნ. ბაჩილავა, ე. პავლოვიჩი, ვ. სარჯველაძე, ნ. შოთაშვილი.

## 2. მიმართულება მეორე: სამეცნიერო და ინოვაციური სფეროების მდგომარეობის და განვითარების ტენდენციების შეფასება სტატისტიკურ-მათემატიკური მოდელირების მეთოდების გამოყენებით.

დარგი - საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი,

სამეცნიერო მიმართულება - სტატისტიკა და ალბათობა (სტატისტიკური მეთოდოლოგია).

ვრცელი ანოტაცია:

- საქართველოს ინოვაციური შესაძლებლობების პოზიციონირება მსოფლიოს სხვა ქვეყნებთან მიმართებაში

2018 წლიდან შესაძლებელი გახდა WIPO-ს ეგიდით წარმოებული GII (Global Innovation Index) ინდექსის ელექტრონული მონაცემთა ბაზის თავისუფალი წვდომა. ამჟამად უკვე ხელმისაწვდომია 2013-2021 წლის მონაცემები. ყოველი შემდგომი განახლება მთავრდება მომდევნო წლის გაზაფხულზე. საანგარიშო პერიოდში განხორციელდა არსებულ მონაცემთა გადმოტანა და გარდაქმნა წარმოებული ანალიზისთვის მოსახერხებელი სახით.

ამ მონაცემთა საფუძველზე, ისევე როგორც 2020 წელს, განხორციელდა საქართველოს სხვა ქვეყნებთან მიმართებაში პოზიციონირებისთვის აუცილებელი მოსამზადებელი სამუშაოები: პროგრამული (MATLAB) და სტატისტიკური (პირველადი დისკრიპტიული ანალიზი). საქართველოს ინოვაციური შესაძლებლობების

ანალიზის საბოლოო (დასკვნითი) მონაცემები ხელმისაწვდომი გახდება 2022 წლის პირველი კვარტალში. ჩატარებულმა ანალიზმა დაადასტურა 2020 წელს გამოთქმული მოსაზრება, აჩვენა, რომ ქვეყნების რანგი გარკვეულწილად (ძირითადადში არაწრფივად GII რანჟირების მიმართ) დამოკიდებულია მეთოდზე, რომლითაც ხორციელდება რანჟირება.

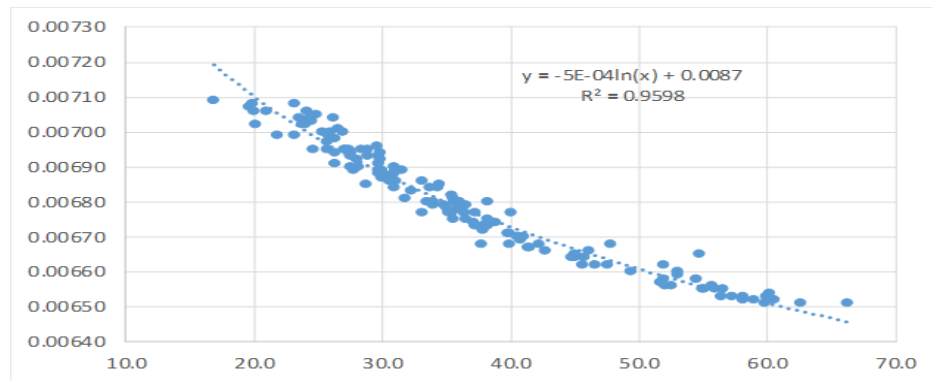
- **ეკონომიკის ინოვაციური განვითარების მოდელების შემუშავება და ანალიზი მათემატიკური, სტატისტიკური და რიცხვითი მოდელების მეთოდებით**

მრავალგანზომილებიან რთულ სოციალურ-ეკონომიკურ სისტემების ფუნქციონირების ანალიზისათვის, როგორც წესი იყენებენ ინდიკატორთა საკმაოდ დიდ რაოდენობას, რაც მნიშვნელოვნად ართულებს ანალიზს. ეროვნული ინოვაციური სისტემები (NIS-ები) წარმოადგენენ სწორედ ასეთი სისტემებს. გამარტივების ერთ-ერთი მიღებული საშუალებაა აღნიშნული მრავალრიცხოვანი ინდიკატორების აგრეგირება. უნდა ითქვას, რომ უშუალო „წრფივი“ აგრეგირება, როგორც მაგ. განხორციელებულია GII ინდექსში, ხშირად კრიტიკის საგანია.

წინა 2020 წელს შემუშავდა და დაიწყო ეროვნული ინოვაციური სისტემების (NIS) ანალიზის განხორციელება რანჟირების მეთოდების და არქტიპ-ანალიზის მიდგომით, რომელიც დასრულდა საანგარიშო პერიოდში. ამრიგად 2019-2021 წლების განმავლობაში განხორციელდა ქვეყნების ინვაციური შესაძლებლობების შეფასებისთვის ახალი მიდგომების შემუშავება რანჟირების სხვადასხვა მეთოდებზე დაყრდნობით. შემუშავებული ახალი რანჟირებანი შედარდენ GII ინდექსს (მაგ. იხ. ნახ. 1) და გამოვლინდა მათი კონკურენტუნარიანობა.

#### რანჟირების მეთოდების გამოყენება

განხორციელდა ქვეყნების ინვაციური შესაძლებლობების შეფასებისთვის ახალი მიდგომების შემუშავება რანჟირების სხვადასხვა მეთოდებზე დაყრდნობით. შემუშავებული ახალი რანჟირებანი შედარდენ GII ინდექსს (მაგ. იხ. ნახ. 1) და გამოვლინდა მათი კონკურენტუნარიანობა.



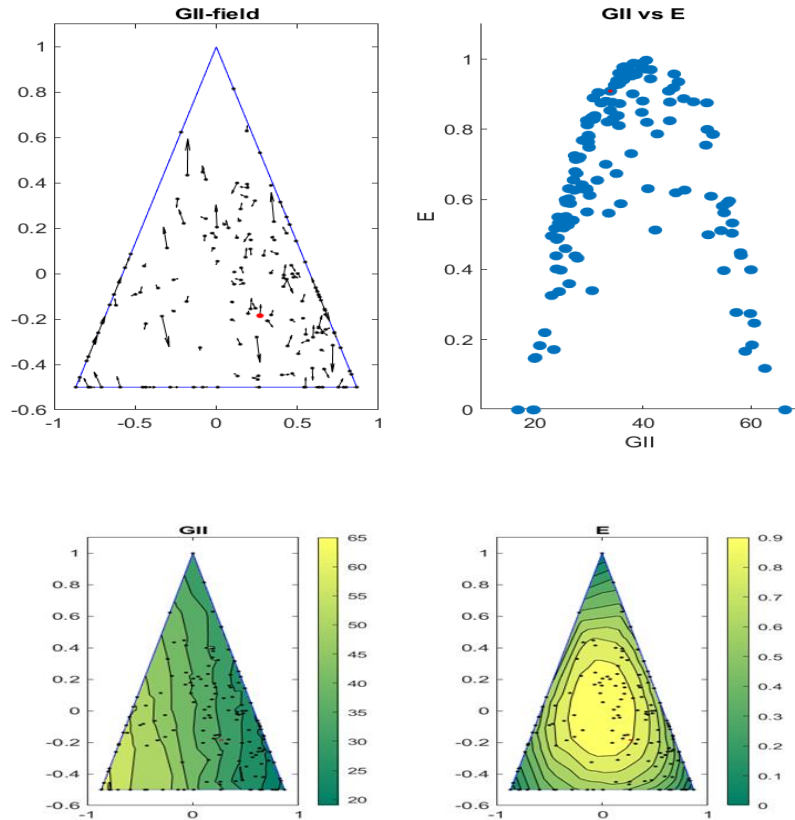
ნახ. 1. GII ინდექსის შედარება მარკოვის ჯაჭვების მეთოდით რანჟირებასთან აბსცისა: GII; ორდინატა: მარკოვის ჯაჭვების მეთოდით რანჟირება

#### არქტიპ-ანალიზის მეთოდების გამოყენება

არქტიპ-ანალიზის სტატისტიკური ტექნიკის გამოყენებით და GII (2011-15 წწ.) ინდექსის მონაცემებზე დაყრდნობით დადგინდა შემდეგი (იხ. ნახ. 2):

- ამჟამად მსოფლიოში დაიმზირება 3 სხვადასხვა (არქტიპული) NIS-ის (ეროვნული ინოვაციური სისტემის) არსებობა, რომლებსაც პირობითად შეიძლება ვუწოდოთ: განვითარებული, განვითარებადი და განუვითარებელი;
- შეფასდა ველი, რომელიც ამომრავებს სხვადასხვა ქვეყნების NIS-ებს და, რომლის გავლენითაც ქვეყნები ავლენენ საკმაოდ რთული დინამიკას;

- ბარიცენტრული კოორდინატების მეშვეობით შესაძლებელი ხდება ახალი ინტეგრირებული მაჩვენებლის (ენტროპიის) შემოტანა, რომელიც საინტერესო ურთიერთკავშირშია GII ინდექსთან.



ნახ. 2. არქეტიპ-ანალიზის შედეგები

ზედა მარცხენა პანელი: NIS-ების GII-ველი;

ზედა მარჯვენა პანელი: ემპირიული კავშირი GII ინდექსსა და ენტროპიას შორის;

ქვედა მარცხენა პანელი: GII-რელიეფი; ქვედა მარჯვენა პანელი: ენტროპიის E-რელიეფი

**2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები**

2.ა. 2020-2023 წწ.

**3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)**

ხელმძღვანელი: ს. გოგომე; შემსრულებლები: მ. ლოღელიანი, ნ. შოთაშვილი.

**3. მიმართულება მესამე: სამეცნიერო კვლევითი საქმიანობის პროდუქტიულობის შეფასება მეცნიერებათმზომელობის (scientometrics) მეთოდების გამოყენებით.**

დარგი: საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი,

სამეცნიერო მიმართულება: კომპიუტერული და საინფორმაციო მეცნიერებანი (მეცნიერებათმზომელობა).

ვრცელი ანოტაცია:

3.ა. მეცნიერების სხვადასხვა დარგებში მომუშავე მეცნიერების და სამეცნიერო კოლექტივების ბიბლიომეტრული პარამეტრების შერჩევის და გამოთვლის სპეციალიზებული პროცედურების შემუშავება.

- **სამეცნიერო კოლექტივების პოტენციალის შეფასების მეთოდის შე-მუშავება, სამეცნიერო ციტირების ეფექტიანი კოლექტიური ინდექსის საფუძველზე და კოლექტივის სამეცნიერო აქტივობის მიმართულებების გათვალისწინებით.**

პროგრამის კვლევის ძირითად საკითხს სამეცნიერო კოლექტივების და ცალკეული მეცნიერების აქტივობის, სამეცნიერო პოტენციალის შეფასების და გამოყენების საკითხები წარმოადგენს. აღნიშნულია პროგრამის კვლევის საგანიც, რომელზეც ბოლო წლებია მუშაობს „საინფორმაციო ტექნოლოგიების განვითარების“ განყოფილება.

საანგარიშო წელს კვლევითი სამუშაოები ემყარებოდა ჯგუფის მიერ წინა წლებში შემუშავებულ სამეცნიერო კოლექტივების და მეცნიერთა აქტივობის შეფასების - ციტირების ეფექტურ კოლექტიურ ინდექსებს და მათ საფუძველზე შემუშავებულ სამეცნიერო პოტენციალის შეფასების მეთოდებს.

სამეცნიერო კვლევის სფეროების გაფართოების, მეცნიერების განვითარების კვალდაკვალ იზრდება მეცნიერთა სამეცნიერო აქტივობის მაჩვენებლებიც, ამიტომ შემუშავებული მეთოდის კორექტირება აუცილებელია. ამიტომ საანგარიშო წელს ჩატარდა მოცემული მეთოდის კორექტირების სამუშაოები.

კვლევის პროცესში გამოიკვეთა, რომ სამეცნიერო-კვლევითი პროექტებით განსაზღვრული ამოცანების შესრულების მონიტორინგისა და შეფასებისათვის და პროექტზე მუშაობის ყველა ეტაპზე გადაწყვეტილების მისაღებად საჭიროა ინფორმაციული სისტემის შექმნა, რომელიც უფრო ეფექტიანი ინფორმაციული საფუძველი იქნება სამეცნიერო პოტენციალის შეფასებისთვის. ინფორმაციული სისტემის შექმნა თავის მხრივ გულისხმობს სამეცნიერო ინფორმაციის წყაროების გაფართოებას. ჯერ **ერთი**, საქართველოს მეცნიერების შრომები უფრო ფართოდ უნდა აისახოს საერთაშორისო სამეცნიერო მონაცემთა ბაზებში. ამისათვის საჭიროა ყველა მეცნიერს ქონდეს ამ ბაზების მოთხოვნების შესაბამისად შექმნილი პროფილი, რაც უზრუნველყოფს მეცნიერთა ახალი პუბლიკაციების სამეცნიერო მონაცემთა ბაზებში ავტომატურად ასახვა. **მეორე**, შეფასების პროცესში აუცილებელია ჩართულ იქნეს საპატენტო ინფორმაციაც, რომელიც განთავსებულია საპატენტო ინფორმაციის საერთაშორისო მონაცემთა ბაზებში.

ტექნიკურში ასეთი სისტემა იქმნება სამეცნიერო პროექტების და საპატენტო ინფორმაციის საერთაშორისო მონაცემთა ბაზების საფუძველზე. ამისთვის გამოიყენება Scopus-ის მონაცემთა ბაზები, რომელიც აერთიანებს 4 ათეულ მილიონზე მეტ საპატენტო დოკუმენტს. დოკუმენტებს, რომელიც განთავსებულია სხვადასხვა საერთაშორისო საპატენტო უწყებების ბაზებში: როგორცაა (World Intellectual Property Organization - WIPO), (European Patent Office - EPO), (United States Patent and Trademark Office -USPTO), (Japan Patent Office - JPO), (Intellectual Property Office GOV.UK - IPO.GOV.UK).

აშშ-ის გამოგონებების აღწერების ათწლიანი მასივის და ევროპული საპატენტო უწყებათა ინფორმაციის ფართომასშტაბიანი კვლევის საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნა, რომ ძლიერია დამოკიდებულება ტექნოლოგიური განვითარებისა სამეცნიერო-ტექნიკური პროექტების ფინანსირების დონეზე. ასეთი დამოკიდებულების ანალიზი შეიძლება ჩატარდეს Scopus-ის მონაცემთა ბაზების ინფორმაციის ან Clarivate Analytics-ს მონაცემთა ბაზების: Web of Science, Derwent World Patents Index (DWPI) და Derwent Patents Citation Index (DPCI) ინფორმაციის საფუძველზე.

SCOPUS-ის მონაცემთა ბაზებში მოცემულია ინფორმაცია საპატენტო დოკუმენტების ციტირების და საპატენტო დოკუმენტებში სამეცნიერო პუბლიკაციების ციტირების შესახებ. SciVal ინსტრუმენტის გამოყენებით, შესაძლებელია კვლევის შედეგებში შეღწევა, სამეცნიერო კვლევებსა და საპატენტო კვლევებს შორის კავშირის განსაზღვრა, რაც გვიხსნისათვის სამეცნიერო კვლევების შედეგების პრაქტიკულ გამოყენებას, და კვლევის ეფექტიანობის ვიზუალიზაციის და განვითარების ტენდენციების ანალიზის შესაძლებლობასაც იძლევა. მაგრამ SCOPUS-ის მონაცემთა ბაზების გამოყენება რთულია, რადგან საპატენტო და სამეცნიერო ინფორმაციის კლასიფიკაციის სისტემები სხვადასხვა პრინციპით არის აგებული.

საერთაშორისო საპატენტო ინფორმაციის კლასიფიკაციის (IPC) საფუძველია თემატიკის დარგობრივ-ფუნქციონალური პრინციპით დალაგება, მაშინ როდესაც სამეცნიერო კლასიფიკატორების საფუძველი - კვლევის საგნობრივი სფეროებია. ეს კი კვლევის რუბრიკების შესაბამისობის დადგენას ართულებს.

გარკვეული ხარისხით ეს სირთულეები დაძლეულია Clarivate Analytics-ის მონაცემთა ბაზებში: Clarivate Analytics: Web of Science, Derwent World Patents Index (DWPI) და Derwent Patents Citation Index (DPCI). ამიტომ ამ მონაცემთა ბაზების გამოყენება უფრო ეფექტიანია.

სამეცნიერო პოტენციალის შეფასების მიზნით მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების თემატური ურთიერთკავშირის დადგენის მიმართულებით კვლევა დაეფუძნა უცხოელი ავტორების კვლევებს. მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების თემატური ურთიერთკავშირის დადგენაში საპატენტო ინფორმაციის მნიშვნელობა დეტალურად გამოკვლეულია ნაშრომში [Narin F., Noma E. Is technology becoming science?/ Scientometrics, 1985. Vol.7. No. 3-6.pp.369-381.]. ასეთი ურთიერთკავშირის გამოყენების პირობები, სამეცნიერო ტექნიკური პროექტების ფინანსირების საკითხზე გადაწყვეტილების მიღების პროცესში, განხილულია ნაშრომში [Narin F. and Olivastro D. 1998. Linkage between patents and papers. An interim EPO/US comparison. Scientometrics 41(1-2)pp 51-59].

### 3.ბ. ინოვაციური პროექტების პერსპექტიულობის შეფასება.

- ინოვაციური პროექტების პერსპექტიულობის შეფასების მეთოდის შემუშავება Web of Science (Core Collection) და საპატენტო ინფორმაციის DERWENT Innovation, Derwent World Patent Index საფუძველზე, Clarivate Analytics სისტემის გამოყენებით.

Clarivate Analytics-ის გაფართოებული მონაცემთა ბაზების საფუძველზე ტექნიკურში შემუშავებულია სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების აქტუალობის ანალიზის მეთოდიკა: რელევანტური ინდექსების IPC (International Patent Classification) განსაზღვრის, უფრო მეტად ციტირებული საპატენტო დოკუმენტების დადგენის, რაც პერსპექტიული კვლევების გამოვლენის და გაგრძელების შესაძლებლობას იძლევა.

საანგარიშო პერიოდში პროგრამის ფარგლებში ჩატარდა აღნიშნული მეთოდის კორექტირების და სრულყოფის სამუშაოები.

პერსპექტიული ინდექსების განსაზღვრის მიზნით პროგრამის ფარგლებში IPC-ს სხვადასხვა თემატიკისთვის გამოკვლეულ იქნა ცალკეულ დოკუმენტზე საშუალო ციტირების განსაზღვრის შესაძლებლობები, რუბრიკების ციტირების ეფექტიანობის დამატებითი პარამეტრების განსაზღვრის, ძიების რელევანტური კრიტერიუმების განსაზღვრის შესაძლებლობები.

მონაცემთა ბაზებში მაღალრეიტინგული და პერსპექტიული სამეცნიერო პროექტების ძიების პროცესი ორ ეტაპად ხორციელდება.

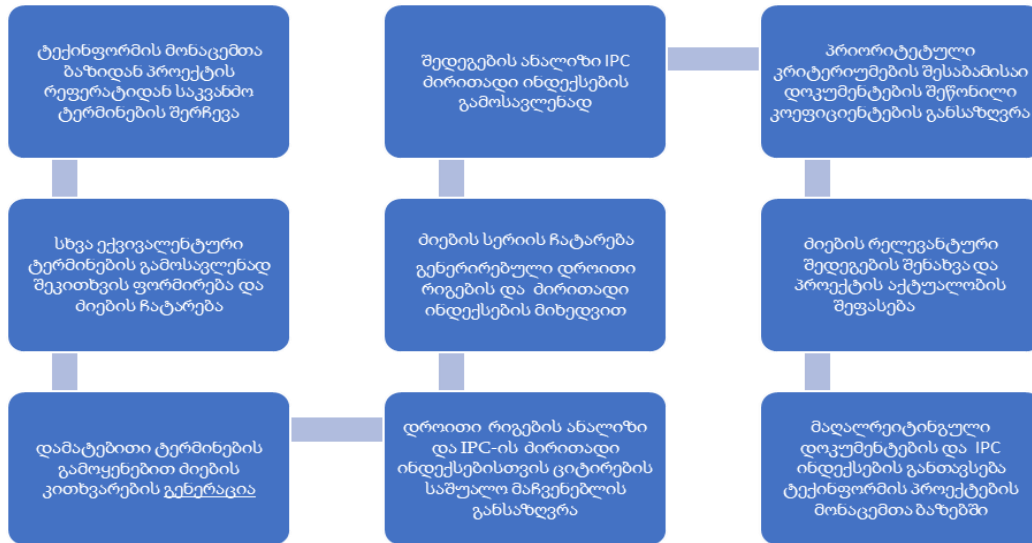
სამეცნიერო კვლევითი პროექტების ანალიზის პირველ ეტაპზე ტექნიკურის სამეცნიერო-ტექნიკური პროექტების მონაცემთა ბაზაში ასახული ცალკეული პროექტის ანოტაციიდან შეირჩევა საკვანძო სიტყვები. საკვანძო სიტყვების საფუძველზე ფორმულირდება შეკითხვა Derwent World Patents Index (DWPI)-ის მონაცემთა ბაზებისადმი. მიღებული ინფორმაციის თანახმად კორექტირდება საკვანძო სიტყვები: ამოიღება (წაიშლება) არაინფორმაციული საკვანძო სიტყვები, ან ტერმინებს შორის ლოგიკური კავშირების დამდგენი დიდი რაოდენობის რელევანტური დოკუმენტები. ყოველივე ამის მიხედვით ფორმულირდება ძირითადი შეკითხვა, რომელსაც შეესაბამება IPC-ის რუბრიკების ნუსხაში პერსპექტიული სამეცნიერო-ტექნიკური კვლევითი პროექტი.

ანალიზის მეორე ეტაპზე შეირჩევა IPC-ის რუბრიკების შესაბამისი საპატენტო დოკუმენტები, პირველ ეტაპზე შერჩეული პროექტებიდან. IPC-ის თითოეული რუბრიკისთვის განისაზღვრება რელევანტური დოკუმენტების დროითი რიგები, უკანასკნელი 15 წლის პერიოდისთვის. ამასთან ინახება ცალკეული საპატენტო დოკუმენტის ციტირების მონაცემები.

დროითი რიგების ანალიზის თანახმად სამეცნიერო-ტექნიკური პროექტების კვლევის სფეროების გათვალისწინებით კეთდება დასკვნა IPC-ის თითოეულ რუბრიკის შესაბამისად საპატენტო დოკუმენტების რაოდენობის შემცირების ან ზრდის ტენდენციების შესახებ.

წარმოდგენილია სამეცნიერო პროექტების ანალიზის მეთოდის ცვლილების შესაბამისი სტრუქტურა:





სქემა 1. სამეცნიერო-კვლევითი პროექტის აქტუალობის ანალიზის პროცედურის სტრუქტურის ცვლილება ინოვაციური პროექტების პერსპექტიულობის შეფასების პროცესიც ორ ეტაპს მოიცავს. კვლევის პროცესში პირველ ეტაპზე განისაზღვრება საკვანძო სიტყვები TECHINFORM-ის სამეცნიერო და ტექნიკური პროექტების ბაზიდან შერჩეული პროექტების რეფერატებიდან. DWPI მონაცემთა ბაზაში შერჩეული საკვანძო სიტყვების ძიება იძლევა ათობით IPC ინდექსს, ათასობით საპატენტო დოკუმენტს, ასევე დამატებითი საკვანძო სიტყვების არჩევის შესაძლებლობას.

შემდეგი მოთხოვნები გენერირდება DWPI მონაცემთა ბაზიდან შერჩეული საკვანძო სიტყვების შესაბამისად დამატებითი ტერმინების გამოსავლენად. შერჩეული IPC ინდექსების რაოდენობა საშუალოდ 3-6 რუბრიკას შეადგენს. მომდევნო ეტაპზე თითოეული რუბრიკის დოკუმენტები განაწილდება წლების მიხედვით და გენერირდება რუბრიკისთვის დროითი რიგები.

საანგარიშო პერიოდში სასინჯი ძიება კვლავ ჩატარდა ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო-კვლევით პროექტებზე და ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო-კვლევით პროექტებზე.

ანალიზის პროცედურის პირველი 4 ბლოკის რეალიზების შედეგად გამოვლენილ იქნა რამდენიმე ინდექსი (IPC-ის 3-დან 7-მდე ინდექსი) და ამ ინდექსების შესაბამისი რამდენიმე ასეული საპატენტო დოკუმენტი. შემდეგ ანალიზის მე-5, მე-6 და მე-7 ბლოკების შესრულების შედეგად IPC ცალკეული თემატური რუბრიკების შესაბამისი საპატენტო დოკუმენტების რელევანტური პროექტებისათვის განისაზღვრა პუბლიკაციების აქტიურობის დროითი რიგები. პროექტების აქტუალობის ანალიზი ჩატარდა 2004-2021 წლების პერიოდის ინფორმაციის საფუძველზე.

პერსპექტიული საპატენტო დოკუმენტების და IPC თემატური ინდექსების განსაზღვრისას უპირატესობა მიენიჭა დროის მიხედვით აქტიურობის მზარდ დოკუმენტებს, ციტირების მაღალი ინდექსების მქონე საპატენტო დოკუმენტებს და ბოლო წლებში გამოქვეყნებულ პუბლიკაციებს.

TECHINFORM-ში შემუშავებული სამეცნიერო და ტექნიკური პროექტების რელევანტურობის ანალიზის სისტემის ამოცანები მსგავსია DERWENT-ის მონაცემთა ბაზების. DERWENT-ის მონაცემთა ანალიზატორის ინსტრუმენტარიაში შექმნილია პატენტების კვლევის ფართო სპექტრისთვის. სისტემის უახლესი ვერსია ექსპლუატაციაში შევიდა 2021 წლის სექტემბერში და იყენებს გაფართოებულ ბიბლიოგრაფიულ მონაცემთა ბაზას DERWENT WORLD PATENT INDEX (DWPI). ეს პროექტების დამატებით ანალიზისა და გადაწყვეტილების მიღების ფართო შესაძლებლობებს იძლევა.



ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე, პროექტზე მომუშავე ჯგუფებს შეიძლება მიეწოდოს საკონსულტაციო ხასიათის ინფორმაცია კონკრეტული სამეცნიერო თემატიკის შესაბამისი ყველაზე პრიორიტეტული სფეროების შესახებ.

## 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

3.ა. 2020-2025 წწ.

3.ბ. 2020-2025 წწ.

## 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

ხელმძღვანელი: ლ. ჩობანიანი; შემსრულებლები: ფ. წოწკოლაური, მ. ლებედევა, ინფორმაციული უზრუნველყოფა: ა. ფაცაცია.

## 4. მიმართულება მეოთხე: აგრარული სფეროს მართვისა და ინფორმაციული უზრუნველყოფის საინფორმაციო-ანალიზური სისტემის ფორმირება, განვითარება.

დარგი: აგრარული მეცნიერებანი,

სამეცნიერო მიმართულება: საინფორმაციო სისტემები.

ვრცელი ანოტაცია:

4.ა. აგრარული სფეროს საინფორმაციო-ანალიზური სისტემის საინფორმაციო-ტექნოლოგიური უზრუნველყოფის შემუშავება FAO სტანდარტებისა და დებულებების და GODAN-ის საფუძველზე.

- სოფლის მეურნეობის ხელმძღვანელი მუშაკების, მეცნიერების, სპეციალისტთა ინფორმაციული მომსახურების სისტემის შექმნა საერთაშორისო აგროქსელის საინფორმაციო რესურსების საფუძველზე FAO-ს პროექტების ჩარჩოებში.

აგროსაინფორმაციო სისტემების სტრატეგიული მიზანია სასოფლო-სამეურნეო კვლევებსა და ტექნოლოგიებზე ხელმისაწვდომობის გაზრდა პირველ რიგში სოფლის მეურნეობის, და, ასევე, ჯანმრთელობის და გარემოს დაცვის საკითხებში პრაქტიკული საქმიანობის დონეზე.

სამეცნიერო ინფორმაციის ინსტიტუტი ტექნიკურში, როგორც ცოდნის გავრცელების სამსახური ქვეყნის აგროსაინფორმაციო სისტემის წამყვან საინფორმაციო ცენტრს წარმოადგენს. აგროსაინფორმაციო სისტემა როგორც კოორდინირებულად მომუშავე ორგანიზაციების ერთიანი სისტემა ქვეყანაში ჯერ-ჯერობით არ ჩამოყალიბებულა.

ქვეყნის ამ სისტემაში მოიაზრება სახელისუფლებო ორგანოები, საგანმანათლებლო-კვლევითი დაწესებულებები, სამეცნიერო აკადემიები, საინფორმაციო-საკონსულტაციო სამსახურები (ექსპტენშენები), ვერმერთა გაერთიანებები, კოოპერატივები, ბიბლიოთეკები და ა.შ. სისტემის კომპონენტთა შორის ინფორმაციის გაცვლას, კომუნიკაციას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ახალი ტექნოლოგიების წარმატებით დანერგვის საქმეში.

ინსტიტუტი აგროსაინფორმაციო სისტემის ფარგლებში ინფორმაციის გადაცემის/საინფორმაციო უზრუნველყოფის სხვადასხვა გზას იყენებს:

1. ქვეყნის შიდასაინფორმაციო ქსელები და
2. საერთაშორისო და რეგიონულ ორგანიზაციებთან თანამშრომლობა.

## შიდასაინფორმაციო ქსელით საინფორმაციო უზრუნველყოფა

საინფორმაციო ქსელში ჩართული მომხმარებლები/ქსელის აბონენტები არიან ქვეყნის სახელისუფლებო, სასწავლო-სამეცნიერო ორგანიზაციები, სამეცნიერო აკადემიები, არასამთავრობო ორგანიზაციები, საკონსულტაციო ცენტრები, კოოპერატივები, ბიბლიოთეკები, ფერმერები, ინდივიდუალური პირები და სხვ.

ქსელის აბონენტებს სისტემატურად ეგზავნებათ ბიბლიოგრაფიულ/რეფერატული მასალა **აგრობიულეტენის** სახით, რომელიც მზადდება როგორც ადგილობრივი, ასევე უცხოური საინფორმაციო რესურსების, მათ შორის ტექნიკურში არსებული FAO-ს ეროვნული სადეპოზიტო ბიბლიოთეკის ლიტერატურის გამოყენებით. ბიულეტენი ვრცელდება ელექტრონულად. გარდა ამისა ქსელის აბონენტების ერთჯერადი დაკვეთის საფუძველზე წარმოებს სხვადასხვა ინფორმაციის მოძიება და მიწოდება.

მომზადდა ელექტრონული კატალოგი **აგროსაინფორმაციო ქსელი საქართველოში**, სადაც მოცემულია აგროსფეროს (სოფლის მეურნეობა, კვების მრეწველობა, მემცენარეობა და მცენარეთა დაცვა, მეცხოველეობა, წყლის მეცნიერება, მელიორაცია და სხვ.) სამსახურების ვებმისამართები. კატალოგი განთავსდება ტექნიკურ ინტერნეტგვერდზე.

- **საერთაშორისო დონეზე აგრარული სფეროს ქართველ მეცნიერთა პუბლიკაციების ხელმისაწვდომობის გაზრდა (შრომების ექსპორტირება FAO AGRIS-ის ელექტრონულ სივრცეში, თეზაურუს AGROVOC-ში ტერმინების მიწოდებაში).**

ტექნიკურის პარტნიორები წლების მანძილზე არიან გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის FAO-ს სისტემები და სამსახურები AGRIS, AGROVOC, GODAN, ASFA.

FAO AGRIS სოფლის მეურნეობის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების საერთაშორისო სისტემა  
<https://agris.fao.org/>.

*1999 წლიდან ტექნიკურში წარმოადგენს AGRIS-ის ეროვნულ სამეცნიერო ცენტრს, ხოლო 2020 წლიდან ეროვნულ ჰაბს საქართველოში.*

AGRIS-ი სურსათისა და სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო ლიტერატურის ერთ-ერთი ყველაზე სრულყოფილი მონაცემთა ბაზაა მსოფლიოში. ეს არის საინფორმაციო სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს მსოფლიოს მასშტაბით სურსათისა და სოფლის მეურნეობის სფეროში განხორციელებული კვლევის შედეგებსა და ტექნიკური ინფორმაციის მდიდარ კოლექციაზე ხელმისაწვდომობას.

13 მლნ-ზე მეტი ბიბლიოგრაფიული ჩანაწერი, 90 სხვადასხვა ენაზე (წვდომა 2 მლნ-მდე სრულტექსტოვან ბმულებზე) უფასოდ არის ხელმისაწვდომი ნებისმიერი მომხმარებლისთვის. მიმწოდებელთა საერთაშორისო ქსელი მოიცავს 500-ზე მეტ ინფორმაციის მიმწოდებელს (პროვაიდერი) 148 ქვეყნიდან. სურსათისა და სოფლის მეურნეობის მიმართულება - მეცხოველეობა, კვება, თევზჭერა, კლიმატის ცვლილება, ბუნებრივი რესურსები, აგროტექნიკა, გარემოს დაცვა, დედამიწის, წყლის მეცნიერებები და სხვ.

### **ქართველ მეცნიერთა სამეცნიერო შრომების ექსპორტირება AGRIS-ის სისტემაში**

ტექნიკურში ყოველთვიურად აგზავნის AGRIS-ში სამეცნიერო ნაშრომებს და ავსებს ამ საერთაშორისო ბაზას ჩვენი მკვლევრების მიერ მომზადებული მასალებით.

2021 წელს მოძიებული და გაგზავნილია სისტემაში საქართველოს მეცნიერთა 300-მდე სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის მონოგრაფიები, რომლებიც ეხება სოფლის მეურნეობასა და მომიჯნავე სფეროებს, როგორცაა კვების მრეწველობა, ბიოლოგია, მეტეოროლოგია, კლიმატის ცვლილება, აგროინჟინერია, ბიომრავალფეროვნება და სხვ.

AGRIS-ში გაგზავნილ დოკუმენტებს ახლავს არა მარტო ბიბლიოგრაფიული აღწერილობები ინგლისურ ენაზე, არამედ ნაშრომების სრული ვერსიები, იქნება ეს სოფლის მეურნეობისა და მისი მომიჯნავე მეცნიერებების სფეროს პუბლიკაციები, მონოგრაფიები, წიგნები, კონფერენციების მასალები და რუხი ლიტერატურა - როგორცაა სამეცნიერო და ტექნიკური ანგარიშები, თეზისები, დისერტაციები და სხვ.

ყველა დოკუმენტისთვის, მასალის კონტენტის გაანალიზების შემდეგ, ტარდება საკვანძო სიტყვების და დესკრიპტორების ძიება თეზაურუს AGROVOC-ის მეშვეობით (<https://agrovoc.fao.org/browse/agrovoc/en/>) და შედეგად გამზადებული მასალა XML-ფაილების სახით იგზავნება AGRIS-ში.

AGRIS-ში გადაცემული სამეცნიერო შრომების (დოკუმენტების) რეფერატების სრული ტექსტები თავსდება ინსტიტუტის ვებ პორტალზე/ელექტრონულ ბიბლიოთეკაში: [www.files.techinformi.ge](http://www.files.techinformi.ge)

#### FAO AGRIS-ის უპირატესობები:

**AGRIS-ში** განთავსება სრულიად უფასოა;

მონაცემთა ბაზა ხელმისაწვდომია მსოფლიოს ყველა მეცნიერისთვის და მსურველისთვის ვებ პორტალის მეშვეობით <https://agris.fao.org/agris-search/index.do>;

ქართველი მეცნიერების სამეცნიერო ნაშრომების ასახვა საერთაშორისო მონაცემთა ბაზაში AGRIS ხელს უწყობს ქართველ მეცნიერთა ცნობადობის გაზრდას საერთაშორისო ასპარეზზე და ახალი სამეცნიერო-კვლევითი კოლაბორაციების შექმნის კარგი საფუძველია;

AGRIS-ში სამეცნიერო შრომების განთავსებით იზრდება სოფლის მეურნეობის სფეროში სამეცნიერო ლიტერატურის ხელმისაწვდომობა და ხილვადობა (ყოველთვიურად 300 000 ნაშრომს ათვალიერებს დაახლოებით 400 000 ვიზიტორი).

განთავსებული ჩანაწერების უმეტესობა ინდექსირებულია მრავალენოვანი თეზაურუსით FAO AGROVOC, რაც თავის მხრივ ხელს უწყობს ქართული აგრარული ტერმინოლოგიის განვითარებას და დამკვიდრებას საერთაშორისო სალექსიკონო სივრცეში.

AGRIS-ში ჩანაწერების უმეტესობა ხილვადია (ინდექსირდება) Google Scholar-ში.

#### ***ქართული ტერმინების წარდგენა საერთაშორისო მრავალენოვან თეზაურუსში FAO AGROVOC***

თეზაურუსი დოკუმენტებისა და სხვა საინფორმაციო რესურსების აღწერის, ინდექსაციისა და ძიების მიზნით 1980-იანი წლების დასაწყისში შეიქმნა, ხოლო ამჟამად წარმოადგენს სტანდარტულ სამეცნიერო, ტექნიკურ, სამედიცინო და სხვა სფეროს ტერმინოლოგიის წყაროს, რომელიც ხელს უწყობს სამეცნიერო საზოგადოების ურთიერთობას გამართულ და პროფესიულ ენაზე.

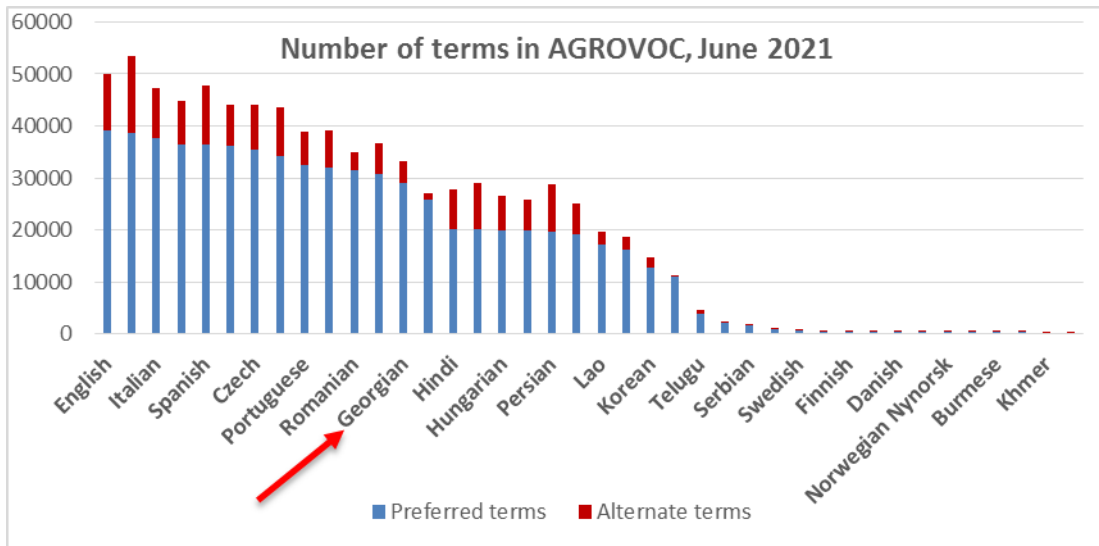
ეს არის სრულიად უფასო ონლაინლექსიკონი, რომელსაც გააჩნია ბმულები (კავშირები) 20 სხვა მრავალენოვან ტერმინოლოგიურ რესურსთან, რაც სხვადასხვა მონაცემების შედარების საშუალებას იძლევა. თეზაურუსი აერთიანებს 37 500-ზე მეტ ცნებას, 800 ათასამდე ტერმინს 41 ენაზე.

ტექნიკურში არის Agrovoc-ში ქართული ტერმინების ერთადერთი მიმწოდებელი და სარედაქციო საბჭოს წევრი.

2021 წელს თეზაურუსში გამოქვეყნდა ინსტიტუტის მიერ მომზადებული (დარგის სპეციალისტებთან შეთანხმებული) 2001 ქართული ტერმინი, მათ შორის 1 369 ძირითადი და 632 ალტერნატიული. დღეისათვის თეზაურუსში განთავსებულია სულ 29 676 ძირითადი და 4 495 ალტერნატიული ქართული ტერმინი.

ინსტიტუტი ტექნიკურში, როგორც თეზაურუს AGROVOC-ის ერთადერთი ოფიციალური რედაქტორი საქართველოდან მუდმივად არეგისტრირებს ახალ ქართულ ტერმინებს ამ სისტემაში. შესაბამისად, 2021 წლის მდგომარეობით მსოფლიოს მასშტაბით საქართველო მე 13-ე ადგილზე იმყოფება.

იხილეთ სურ.



### FAO-ს საინფორმაციო სამსახურების ინიციატივით შეიქმნა ტექნიფორმის ინდივიდუალური ვებგვერდი/პროფილი FAO-ს პორტალზე.

- სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციამ (FAO) ტექნიფორმს, როგორც AGRIS და AGROVOC ეროვნულ ჰაბს საქართველოდან FAO-ს ოფიციალურ საიტზე (რომელიც ხელმისაწვდომია 6 საერთაშორისო ენაზე და თვეში მილიონობით ნახვა აქვს) საკუთარი ვებგვერდი შეუქმნა, სადაც თავსდება ტექნიფორმის მიერ დაგეგმილი/ჩატარებული ღონისძიებები და სიახლეები. ამ ვებგვერდის დახმარებით ტექნიფორმის მიერ ჩატარებულ ღონისძიებებზე წელს მონაწილეობა მიიღო მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნის მეცნიერებმა და სპეციალისტებმა.

შესაბამისი გვერდების ბმულები იხილეთ ქვევით:

AGRIS - <https://www.fao.org/agris/data-provider/georgian-research-institute-scientific-technical-information>

- ტექნიფორმი აქტიურად მონაწილეობს FAO-ს მიერ დაანონსებულ სხვადასხვა საერთაშორისო კონკურსში. წელს ინსტიტუტმა ორჯერ გაიმარჯვა თვის ცნებების კონკურსში, მათგან და დეკემბრის თვეში (ამ კონკურსში მონაწილეობს დაახლოებით 300-ზე მეტი მონაცემთა მიმწოდებელი (Data Providers) ორგანიზაცია).

შესაბამისი ბმულები იხილეთ ქვევით:

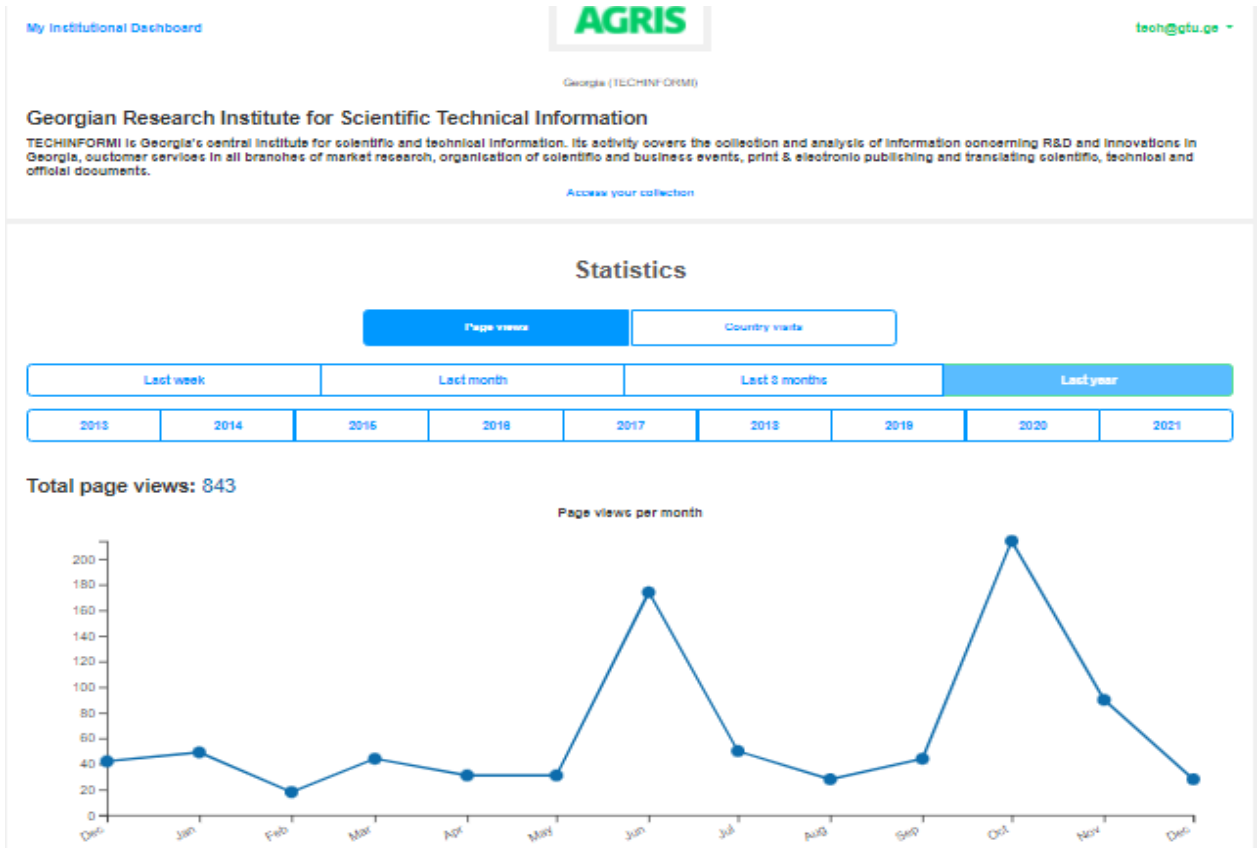
მაისის თვის ცნება - <https://www.fao.org/agrovoc/concepts-of-the-month/apiculture>

დეკემბრის თვის ცნება - <https://www.fao.org/agrovoc/concepts-of-the-month>

### AGRIS Dashboard

ინსტიტუტ ტექნიფორმს, როგორც მონაცემთა მიმწოდებლის ეროვნულ ჰაბს აქვს შესაძლებლობა ისარგებლოს სპეციალური ინსტრუმენტით - AGRIS Dashboard-ით, რომელიც სხვადასხვა ანალიტიკის გაკეთების საშუალებას იძლევა, კერძოდ კი, შესაძლებელია მოიძებნოს თუ რამდენი ნახვა აქვს ამ სისტემაში საქართველოს პუბლიკაციებს სხვა ქვეყნებიდან სხვადასხვა ინტერვალში (კვირა/თვე/წელიწადი), რომელი ნაშრომი არის ყველაზე მეტად პოპულარული ანუ ნახვადი, კონკრეტულად რომელი ქვეყნიდან არის დაინტერესება ამ ნაშრომის მიმართ და სხვ.

იხილეთ სურ.



ტექინფორმი წლებია თანამშრომლობს **FAO**-ს საინფორმაციო სამსახურებთან - როგორცაა

**ASFA - Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts** (წყლის მეცნიერებისა და თევზჭერის რეფერატების ბაზა), რომლის ასოცირებული წევრი 2021 წლიდან გახდა და

**GODAN „The Global Open Data for Agriculture and Nutrition“** (ინიციატივა გლობალური ღია მონაცემები სოფლის მეურნეობასა და სურსათზე). მონაწილეობს ამ სამსახურების მიერ ჩატარებულ ღონისძიებებში, აქვს წვდომა მათ გამოცემებზე.

### FAO-ს სადეპოზიტო ბიბლიოთეკა

სისტემატურად მიმდინარეობს ტექინფორმში არსებული FAO-ს სადეპოზიტო ეროვნული ბიბლიოთეკის (ფუნქციონირებს 2000 წლიდან) ლიტერატურის გაციფრების პროცესი და ელექტრონული კატალოგის განახლება, რომლის გამოყენებით ხდება აგროსაინფორმაციო შიდა ქსელის მომხმარებელთა ინფორმირება სპეციალური საინფორმაციო ბიულეტენით.

FAO-ს სადეპოზიტო ბიბლიოთეკის ლიტერატურის ელექტრონული კატალოგი განთავსებულია ტექინფორმის საიტზე, რომლის თითოეული ჩანაწერი ინდექსირებულია ნორმალიზებული საკვანძო სიტყვებით AGROVOC-ის თეზაურუსიდან ინგლისურ და ქართულ ენებზე.

## 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

4.ა. 2020-2025 წწ.

**3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)**

ხელმძღვანელი: ნ. მახვილაძე, პასუხისმგებელი შემსრულებელი: მ. რაზმაძე, შემსრულებლები: ლ. ჩობანიანი, ე. პავლოვიჩი, ც. დოსმიშვილი. ინფორმაციული უზრუნველყოფა: ა. ფაცაცია.

**2.2.**

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1.

2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

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

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

**3.1.**

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

**3.2.**

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

##### 4.2.

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

1. პროექტის დასახელება: „სურსათის და სოფლის მეურნეობის სფეროებში სამეცნიერო პუბლიკაციების შესახებ ინფორმირებულობის და სამეცნიერო კვლევების ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფის თაობაზე საქართველოში AGRIS-ის და AGROVOC-ის მეშვეობით“.

სამეცნიერო მიმართულება: სოფლის მეურნეობის საინფორმაციო უზრუნველყოფა.

პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი: N1946\_FAO\_211349192;

დამფინანსებელი ორგანიზაცია: გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაცია (FAO) / იტალია, რომი.

2. პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები:

2020 წლის დეკემბერი - 2021 წლის ნოემბერი.

3. პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

ნელი მახვილაძე - პროექტის ხელმძღვანელი

მარინა რაზმაძე - პროექტის თანახელმძღვანელი

თეიმურაზ ჩუბინიშვილი - კონსულტანტი

ევა პავლოვიჩი - AGROVOC თეზაურუსის მთავარი რედაქტორი  
 ირინა ბედინაშვილი - რეფერატების რედაქტორი  
 მარინა ლეხედევა - მონაცემთა რეგისტრატორი

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

2020 წლის დეკემბრის თვეში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინსტიტუტ ტექნიფორმსა და გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციას (FAO)-ს შორის გაფორმდა და ხელი მოეწერა სამეცნიერო გრანტს - „სურსათის და სოფლის მეურნეობის სფეროებში სამეცნიერო პუბლიკაციების შესახებ ინფორმირებულობის და სამეცნიერო კვლევების ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფის თაობაზე საქართველოში AGRIS-ის და AGROVOC-ის მეშვეობით“ (“Enhancing awareness about scientific publishing in food and agriculture and providing capacities to access to agricultural research through AGRIS and AGROVOC in Georgia”) სამეცნიერო გრანტის ფარგლებში ინსტიტუტ ტექნიფორმის მიერ 2021 წელს ჩატარდა 4 საერთაშორისო ტრენინგი/სწავლება სოფლის მეურნეობის დარგში საერთაშორისო სამეცნიერო მონაცემთა ბაზებთან წვდომის და მათი სარგებლობის საკითხებზე.

- პირველი 2 სემინარი, რომელიც ჩატარდა ივნისის და ივლისის თვეებში განკუთვნილი იყო სხვადასხვა რეგიონების სოფლის მეურნეობის სპეციალისტების და ბიბლიოთეკარებისთვის. სემინარზე განხილული იქნა AGRIS-ის საერთაშორისო მონაცემთა ბაზაში განთავსების პრაქტიკული საკითხები, სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო შრომების ძიებასთან დაკავშირებული პრობლემები, ჩანაწერების დახარისხება, მათი სტანდარტიზაცია, და აგრეთვე თეზაურუს AGROVOC-ის გამოყენების შესახებ სამეცნიერო და საინფორმაციო პროდუქციის მ.შ. საბიბლიოთეკო ერთეულების აღწერისათვის.

სემინარებში მონაწილეობა მიიღო 100-ზე მეტმა მონაწილემ სხვადასხვა რეგიონიდან (ბათუმი, ახალციხე, ქუთაისი). ყველა მონაწილეს გადაეცა სერტიფიკატი.

- მემდეგი სემინარი/სწავლება, რომელიც ჩატარდა ოქტომბრის თვეში განკუთვნილი იყო პროფესორ მასწავლებლებისთვის და სამაგისტრო / სადოქტორო საფეხურზე მყოფ სტუდენტებისთვის.

100-ზე მეტი მსურველი დარეგისტრირდა სემინარზე და მონაწილეობა მიიღო 70-ზე მეტმა სპეციალისტმა, მკვლევარმა, მაგისტრანტმა, დოქტორანტმა და პროფესორ-მასწავლებელმა საქართველოს სხვადასხვა უნივერსიტეტიდან.

ჩატარებული სემინარის მთავარი მიზანი იყო საქართველოში შესრულებული სასოფლო-სამეურნეო შრომების ხილვადობისა და ხელმისაწვდომობის გაზრდა FAO AGRIS და FAO AGROVOC სისტემების გამოყენებით, ასევე მონაწილეთათვის AGRIS-ისა და AGROVOC-ის შესაძლებლობების გაცნობა. ყველა მონაწილეს გადაეცა სერტიფიკატი.

- მესამე ღონისძიება - პროექტის დასრულს ჩატარდა **მრგვალი მაგიდა**. ღონისძიება განკუთვნილი იყო სოფლის მეურნეობის სპეციალისტებისთვის, (პროფესორ-მასწავლებლები, გადაწყვეტილების მიმღები პირები, მკვლევარები, დოქტორანტები და სხვ.). ღონისძიებაზე განხორციელდა საკმაოდ ინტენსიური და ხანგრძლივი განხილვა დარგში არსებული პრობლემის შესახებ და სამეცნიერო ნაშრომების გამოქვეყნების და სტანდარტში მოყვანის შესახებ, გაიმართა მსჯელობა დარგში არსებული პრობლემური ტერმინების და მათ დადგენასთან დაკავშირებულ სირთულეებზე, დაისახა სამომავლოდ მიზნობრივი შეხვედრები დარგის ექსპერტებთან და მეცნიერებთან.

ყველა ჩატარებულ ღონისძიებას ესწრებოდნენ UN FAO-ს სათაო ოფისიდან ოფიციალური წარმომადგენლები და პირდაპირ რეჟიმში პასუხობდნენ კითხვებს.

გრანტის ფარგლებში ტექნიფორმმა სოფლის მეურნეობის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების საერთაშორისო საინფორმაციო სისტემაში - AGRIS განათავსა 200-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის რეფერატი ინგლისურ ენაზე, სრულ ტექსტებზე ბმულების უზრუნველყოფით. რეფერატები დარეგისტრირებულია მონაცემთა ბაზაში და



საკვანძო სიტყვები შესაბამისობაშია საერთაშორისო მრავალენოვან თეზაურუსთან AGROVOC, რომლის ოფიციალური და ერთდერთი რედაქტორი საქართველოდან ინსტიტუტი ტექინფორმია. 2020 წელს ინსტიტუტმა საერთაშორისო თეზაურუსი 2001 ქართული ტერმინით გაამდიდრა.

ტექინფორმი საქართველოში AGRIS-ის ეროვნულ ცენტრს წარმოადგენს 2000 წლიდან, ხოლო 2020 წლიდან ფუნქციონირებს როგორც AGRIS და AGROVOC ეროვნული ჰაბი სოფლის მეურნეობის დარგში სამეცნიერო ინფორმაციის გავრცელებისა და გამლიერების საკითხებში.

## **5. პატენტები:**

### **5.1. საერთაშორისო პატენტები:**

#### 1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

#### 2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

#### 3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

### **5.2. ეროვნული პატენტები**

#### 1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

#### 2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

#### 3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

## **6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში**

### **6.1. მონოგრაფიები/წიგნები**

#### 1) ავტორი/ავტორები:

1. მადონა კოპალეიშვილი
2. ირინა ბედინაშვილი
3. ნელი მახვილაძე

#### 2) ავტორები:

1. Madona Kopaleishvili
2. Irina Bedinashvili
3. Nelly Makhviladze

#### 3) ავტორი/ავტორები:

1. გ. გოგიჩაძე
2. ე. მისაბიშვილი
3. ს. გედენიძე

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1) საქართველოს სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემების ცნობარი (2020 წლის მდგომარეობით). ISBN: 978-99928-810-7-1

DOI: <https://doi.org/10.36073/978-99928-810-7-1>

2) Directory of Scientific-Periodicals of Georgia (As of 2020).

DOI: <https://doi.org/10.36073/DSPG>

3) ბიოლოგიური და სამედიცინო ტერმინებისა და ცნებების ინგლისურ-ქართული მოკლე განმარტებითი ლექსიკონი ტრანსკრიპციებით. ISBN: 978-9941-34-071-0

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, სტუ. ინსტიტუტი ტექნიფორმი, 2021.
2. Electronic Resource Institute TECHINFORMI Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia, 2021.
3. თბილისი. გამომცემლობა მერიდიანი. 2021.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1) 176 გვ.
- 2) 159 გვ.
- 3) 168 გვ.

### ***ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)***

1) გამოცემა შედგენილია ტექნიფორმში ჩატარებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს ფარგლებში, რომელიც მიზნად ისახავდა საქართველოს სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემების იმ ბიბლიოგრაფიული მონაცემების შესწავლას, რაც გარკვეულწილად ასახავს მათ მზაობას სამეცნიერო პუბლიკაციების საერთაშორისო მონაცემთა ბაზებში ჩასართავად. განხილულია 149 დასახელების აქტიური სამეცნიერო ჟურნალი, რომელთა ISSN რეგისტრირებულია საქართველოს ეროვნულ ცენტრში და დადასტურებულია ISSN საერთაშორისო ცენტრის მიერ. ინფორმაცია გამოცემის შესახებ აღებულია ჟურნალის ოფიციალური საიტებიდან, გადამოწმებული და დადასტურებულია გამომცემლის მიერ. განხილული სამეცნიერო ჟურნალების თემატური რუბრიკებია: საბუნებისმეტყველო, დედამიწის შემსწავლელი, სამედიცინო, აგრარული, სოციალური მეცნიერებები, ინჟინერია და ტექნოლოგიები.

2) გამოცემა Directory of Scientific-Periodicals of Georgia (As of 2020), DOI: <https://doi.org/10.36073/DSPG> არის ცნობარის საქართველოს სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემების ცნობარი (2020 წლის მდგომარეობით). ISBN: 978-99928-810-7-1, DOI: <https://doi.org/10.36073/978-99928-810-7-1> ინგლისურენოვანი ვარიანტი.

3) გამოცემა ბიოლოგიური და სამედიცინო ტერმინებისა და ცნებების ინგლისურ-ქართული მოკლე განმარტებითი ლექსიკონი ტრანსკრიპციებით მომზადდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინსტიტუტ ტექნიფორმის მხარდაჭერითა და თანამონაწილეობით. ლექსიკონი სასარგებლო იქნება სამედიცინო პროფილის უნივერსიტეტების სტუდენტებისა და ბიოლოგიისა და მედიცინის, აგრეთვე მომიჯნავე დარგებში მომუშავე სპეციალისტებისათვის და ამ საკითხებით დაინტერესებული ნებისმიერი პირისათვის.

## 6.2. სახელმძღვანელოები

## 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

## 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 6.3. კრებულები

1. მთავარი რედაქტორი: მ. კოპალეიშვილი

2. მთავარი რედაქტორი: მ. კოპალეიშვილი

3. მთავარი რედაქტორი: ლ. ჩხარტიშვილი

## კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. ქართული რეფერატული ჟურნალი #25(37), 2021

ISSN 1512-0775, E ISSN 1987-5800,

<https://doi.org/10.36073/1512-0775>

2. ქართული რეფერატული ჟურნალი #26(38), 2021

ISSN 1512-0775, E ISSN 1987-5800,

<https://doi.org/10.36073/1512-0775>

3. Caucasus Abstracts Journal of Nanoscience and Nanotechnology #3,2021.

E ISSN 2667-9221,

<https://doi.org/10.36073/2667-9221>

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, სტუ, ინსტიტუტი ტექინფორმი, 2021.

2. თბილისი, სტუ, ინსტიტუტი ტექინფორმი, 2021.

3. თბილისი, სტუ, ინსტიტუტი ტექინფორმი, 2021.

## 4) გვერდების რაოდენობა

1. 217 გვ.

2. 280 გვ.

3. 56 გვ.

## 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

## 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

#### **6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით**

1) ავტორები:

1. Madona Kopaleishvili, Nelly Makhviladze, Irina Bedinashvili
2. თ. გოგიჩაძე, ე. მისაბიშვილი, გ. გოგიჩაძე
3. თ. გოგიჩაძე, ე. მისაბიშვილი, გ. გოგიჩაძე

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. Analysis of Georgian Scientific Journals for Indexing In International Databases, ISSN 0132-1447
2. კიბოს ინდექსის შესაძლებლობა ალოტრანსპლანტაციების შემთხვევაში, E-ISSN 2667-9736
3. პლაზმური მემბრანების პერფორაციები, როგორც სიმსივნური ტრანსფორმაციის საწყისი ეტაპი, E-ISSN 2667-9736

3) ჟურნალის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მოამბე, ტ. 15, #4, 2021.  
Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, vol. 15, #4, 2021. ISSN 0132-1447  
<http://science.org.ge/moambe/moambe-geo.html>
2. თბილისი, ექსპერიმენტული და კლინიკური მედიცინა: No.1 (2021): ISSUE 2
3. თბილისი, ექსპერიმენტული და კლინიკური მედიცინა: No.1 (2021): ISSUE 2

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია
2. თბილისი, ექსპერიმენტული და კლინიკური მედიცინა: No.1 (2021): ISSUE 2
3. თბილისი, ექსპერიმენტული და კლინიკური მედიცინა: No.1 (2021): ISSUE 2

5) გვერდების რაოდენობა:

1. 10 გვ.
2. 4 გვ.
3. 4 გვ.

## **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. სამუშაო მიზნად ისახავს საქართველოს სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემების იმ ბიბლიოგრაფიული მონაცემების შესწავლას, რაც გარკვეულწილად ასახავს მათ მზაობას სამეცნიერო პუბლიკაციების საერთაშორისო მონაცემთა ბაზებში ჩასართავად. განხილულია 149 დასახელების აქტიური სამეცნიერო ჟურნალი, რომელთა ISSN რეგისტრირებულია საქართველოს ეროვნულ ცენტრში და დადასტურებულია ISSN საერთაშორისო ცენტრის მიერ. ინფორმაცია გამოცემის შესახებ აღებულია ჟურნალის ოფიციალური საიტიდან, გადამოწმებული და დადასტურებულია გამომცემლის მიერ. დადგენილია, რომ საქართველოს სამეცნიერო ჟურნალების 66%-ს აქვს ბეჭდური გამოცემის სერიული ნომერი, 14%-ს - ელექტრონული გამოცემის, ხოლო 20%-ს - ორმაგი ნომერი; გამოცემების 76% თემატურია, 24% - პოლითემატური; სამეცნიერო ჟურნალების მესამედზე მეტი აშუქებს საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებს; ყველაზე მრავალრიცხოვანი გამოცემების თემატიკაა ეკონომიკა (40), სამართალი (33) და მედიცინა (30). შესწავლილ იქნა რამდენადაა დაცული საერთაშორისო სამეცნიერო ბაზებში ჩართვისათვის საჭირო კრიტერიუმები: პუბლიკაციების რეცენზირება, გამოცემის პერიოდულობა, ჟურნალის დამოუკიდებელი საიტი, რედაქციების საერთაშორისო შემადგენლობა, ციფრული ობიექტის ინდექსის მინიჭება, სამეცნიერო ბაზებში ინდექსაციის მდგომარეობა და სხვ. კვლევის შედეგები ადასტურებს, რომ სამეცნიერო ჟურნალების მნიშვნელოვანი რაოდენობა ვერ აკმაყოფილებს საერთაშორისო სამეცნიერო ბაზებში ჩართვისათვის აუცილებელ მოთხოვნებს.

## **2. პლაზმური მემბრანების პერფორაციები, როგორც სიმსივნური ტრანსფორმაციის საწყისი ეტაპი**

სხვადასხვა ბუნების უამრავი კანცეროგენური ნივთიერებების და ფაქტორების არსებობა უთუოდ მაჩვენებელი უნდა იყოს იმისა, რომ ყველა მათგანმა შეიძლება საწყისი მისცეს ნორმალური სომატური უჯრედის სიმსივნურად ტრანსფორმაციის ერთ, საერთო მექანიზმს. სხვადასხვა ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური კანცეროგენური აგენტების ზემოქმედება უჯრედებზე შესაძლებელია ადეკვატური იყოს. ჩვენი აზრით, თავისი ბუნებით დიამეტრალურად განსხვავებული კანცეროგენების სამიზნე-უჯრედებზე ზემოქმედების ერთიანი, საერთო მექანიზმი მდგომარეობს პლაზმური მემბრანების დესტრუქციაში. კანცეროგენების ზემოქმედების შემდგომ, უჯრედების ფუზოგენიას განაპირობებს ციტოპლაზმური მემბრანების პერფორაციები, ანუ მათში ფორების განვითარება, რაც იწვევს უჯრედების ზედაპირის ჯამური მუხტის ცვლილებას. აქედან გამომდინარე, უჯრედები იძენენ ერთმანეთთან მიახლოების და კონტაქტირების უნარს, რაც არც თუ იშვიათად შესაძლებელია გახდეს ფუზოგენიის და შემდგომი სიმსივნური ტრანსფორმაციის წინამორბედი.

## **3. კიბოს ინდუქციის შესაძლებლობა ალოტრანსპლანტაციების შემთხვევაში - 4 გვერდი**

ალოტრანსპლანტაციების შემთხვევაში, არც თუ იშვიათად ადგილი აქვს სხვადასხვა ჰისტოგენეზის და ლოკალიზაციის ავთვისებიანი სიმსივნეების განვითარებას. ჩვენ შევეცადეთ ავთვისებიანი სიმსივნეების ფორმირება ალოტრანსპლანტაციების შემთხვევაში აგვეხსნა კანცეროგენეზის კარიოგამული თეორიის პოზიციებიდან. ტრანსპლანტოლოგიის პრაქტიკა ცხადყოფს, რომ დონორისა და რეციპიენტის მაქსიმალური ანტიგენური შეთავსებადობისასაც კი, მათ შორის იმუნურ კონფლიქტს აუცილებლად ექნება ადგილი. ანტისხეულებს და T-ლიმფოციტებს სომატური უჯრედების პლაზმურ მემბრანებში შეუძლიათ სხვადასხვა ზომის (მოცულობის) პერფორაციების ინდუცირება. როგორც ეტყობა, რეციპიენტის და დონორის უჯრედებს შორის იმუნური კონფლიქტისას, უჯრედების დესტრუქციასთან ერთად ადგილი შეიძლება ჰქონდეს პლაზმური მემბრანების პერფორაციებს, სომატურ ჰიბრიდიზაციას რეციპიენტის იმუნოკომპეტენტურ უჯრედებსა და ტრანსპლანტატის ნებისმიერ უჯრედს შორის, რასაც შესაძლებელია შედეგად მოყვეს ჯერ პრეკანცეროზული, და შემდეგ ჭეშმარიტი კიბოს უჯრედის ფორმირება.

## **7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში**

### **7.1. მონოგრაფიები/წიგნები**

## 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

## 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 7.2. სახელმძღვანელოები

## 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

## 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 7.3. კრებულები

## 1) ავტორები

- 1.
- 2.

## 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა**

8.1. საქართველოში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

**8.2. უცხოეთში**

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. Lela Mirtskhulava, Maksim Ivich, Marina Razmadze, Nana Gulua
2. Marina Razmadze, Nelly Makhviladze

2) მოხსენების სათაური

1. Securing Medical Data in 5G and 6G via Multichain Blockchain Technology using Post-Quantum Signatures
2. AGRIS – An Excellent Capability for Developing Food and Agricultural Sciences in Georgia

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 2021 IEEE International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics. Kyiv, Ukraine. November 29 – December 3, 2021. IEEE UkrMiCo'2021, Kyiv, Ukraine
2. AGRIS Virtual Annual Conference 2021: <https://www.fao.org/agris/meeting/2021>

### ტექნიკორმის აქტივობები

ტექნიკორმის ერთ-ერთი ძირითადი საქმიანობაა მეცნიერების საინფორმაციო მხარდაჭერა, რასაც სისტემატურად ახორციელებს.

- 2021 წელს ტექნიკორმმა გააგრძელა მეცნიერთა საინფორმაციო მომსახურება, კერძოდ, ციტირების ინდექსის განსაზღვრა. ციტირების ინდექსის განსაზღვრისათვის ინსტიტუტი იყენებს ორ ძირითად საერთაშორისო ბაზას Web of Science და Scopus, ასევე დამატებით გამოიყენება საძიებო სისტემა Google Scholar.

Wos-სა და Scopus-ში წელს გართულებული წვდომის გამო, რადგანაც ეს ბაზები ფასიანია, სისტემატურად ვერ გამოიყენება. Google Scholar-ში ზემოთ ხსენებული ბაზებისგან განსხვავებით ინფორმაციაზე წვდომა უფასოა, მაგრამ ამ სისტემაში ხშირია ცდომილებები, ადგილი აქვს პუბლიკაციების განმეორებას და შედეგად არაეფექტურია.

მიუხედავად ამისა 2021 წელს ყველა ამ ბაზის გამოყენებით შესრულდა შეკვეთები სტუ-ს და თსუ-ს მეცნიერთათვის ციტირების ინდექსის განსაზღვრაზე.

- კონსულტაცია გაეწია საერთაშორისო სტანდარტების შესახებ სხვადასხვა სამეცნიერო ჟურნალს: თავისუფალი აკადემიის ჟურნალს - **აკადემიკაბი** #1, 2021 (ISSN 2720-7811), გრიგოლ რობაქიძის უნივერსიტეტის სამეცნიერო ჟურნალს - **აკადემიური მაცნე** 2021 (ISSN 2298-0202). საქართველოს კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის ეროვნული სააგენტოს ელექტრონულ ჟურნალს „**სამხრეთ კავკასიის არქეოლოგიური კონტენტი**“ (ISSN 2667-9353; DOI: <https://doi.org/10.52147/2667-9353>) და ასევე დახმარება გაუწია ამ ჟურნალის საიტის შექმნაში, საერთაშორისო ორგანიზაცია Crossref-ში გაწევრიანებასა და DOI-ს მინიჭების საკითხებში.

- საერთაშორისო ტრენინგებში მონაწილეობა
  - University Capacity Building Program (UCBP) - უნივერსიტეტების შესაძლებლობების განვითარების პროგრამით გათვალისწინებულ ვებინარებში მონაწილეობა, რომელიც აშშ-ის საელჩოს მიერ დაფინანსებული ინიციატივაა, რომელსაც „საერთაშორისო განათლების ამერიკული საბჭოები“ ახორციელებს და მიზნად ისახავს საქართველოს უმაღლესი განათლების დაწესებულებებში სამეწარმეო კულტურის განვითარების ხელშეწყობას. 17.11.2021 - 23.12.2021.
  - On-line семинар Основной поиск: новые функции и новые возможности Clarivate Analytics, Web of Science. Clarivate Analytics, с 14.01-28.01, 2021
  - On-line семинар Научная аналитика: Web of Science и InCites, Clarivate Analytics, с 18.02-20.02. 2021
  - On-line вебинар Как работать с международными научными журналами, Clarivate Analytics, с 28.06. – 30.06. 2021
  - On-line вебинар Проблема самоцитирования в научных работах: возможности системы Антиплагиат, Clarivate Analytics, 30.09.2021.



**ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის  
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი**

**2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში**

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

**მათემატიკური კიბერნეტიკის განყოფილება**

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. წერტილოვანი მუხტების მართვის ამოცანა კულონურ ველში
2. კომორის ტიპის MV-ალგებრებით წარმოქმნილი ქვემრავალსახეობაში სასრულად წარმოქმნილი თავისუფალი ალგებრების დახასიათება და მათი სპექტრალური სივრცეების დახასიათება (მათემატიკა, მათემატიკური ლოგიკა, ალგებრა, რიცხვთა თეორია),
3. დინამიკური ლუკასევიჩის ლოგიკის და დინამიკური MV-ალგებრების შემოღება და განვითარება (მათემატიკა, მათემატიკური ლოგიკა, ალგებრა, რიცხვთა თეორია),
4. მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრა ფიქსირებულ რეგიონში და მოცემულ პერიოდში ბუნებრივი კატასტროფის პროგნოზისთვის (კიბერნეტიკა, სახეთა ამოცნობა).

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2021-2023
2. 2020-2022
3. 2020-2022
4. 2021-2023

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. გ.გიორგაძე (ხელმძღვანელი), გ.ბოლოთაშვილი; გ.დონაძე, მ.ელიზბარაშვილი, ვ.ჟღამაძე, გ.ფრუიძე, ვ.ჯიქია, დ. გოშაძე, ნ. ჩხიკვაძე (შემსრულებლები)
2. რევაზ გრიგოლია (ხელმძღვანელი), რამაზ ლიპარტელიანი (შემსრულებელი), ფრიდონ ალშიბაია (შემსრულებელი),
3. რევაზ გრიგოლია (ხელმძღვანელი), რამაზ ლიპარტელიანი (შემსრულებელი), ფრიდონ ალშიბაია (შემსრულებელი),

4. ვიოლეტა ჯიხვაშვილი (ხელმძღვანელი), რაფიელ თხინვალელი (კოორდინატორი), გიორგი მამულაშვილი (შემსრულებელი), მაყვალა ქურიძე (შემსრულებელი)

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. წერტილოვანი მუხტების მართვის ამოცანა კულონურ ველში

2. კომორის ტიპის MV-ალგებრებით წარმოქმნილი ქვემრავალსახეობაში სასრულად წარმოქმნილი თავისუფალი ალგებრების დახასიათება და მათი სპექტრალური სივრცეების დახასიათება (მათემატიკა. მათემატიკური ლოგიკა. ალგებრა, რიცხვთა თეორია),

3. დინამიკური ლუკასევიჩის ლოგიკის და დინამიკური MV-ალგებრების შემოღება და განვითარება (მათემატიკა. მათემატიკური ლოგიკა. ალგებრა, რიცხვთა თეორია).

4. მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრა ფიქსირებულ რეგიონში და მოცემულ პერიოდში ბუნებრივი კატასტროფის პროგნოზისთვის (კიბერნეტიკა, სახეთა ამოცნობა).

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021-2023

2. 2020-2022

3. 2020-2022

4. 2021-2023

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. გ.გიორგაძე (ხელმძღვანელი), გ.ბოლოთაშვილი; გ.დონაძე, მ.ელიზბარაშვილი, ვ.ქადაძე,

გ.ფრუიძე, ვ.ჯიქია, დ. გომაძე, ნ. ჩხიკვაძე (შემსრულებლები)

2. რევაზ გრიგოლია (ხელმძღვანელი), რამაზ ლიპარტელიანი (შემსრულებელი), ფრიდონ ალშიბაია (შემსრულებელი),

3. რევაზ გრიგოლია (ხელმძღვანელი), რამაზ ლიპარტელიანი (შემსრულებელი), ფრიდონ ალშიბაია (შემსრულებელი),

4. ვიოლეტა ჯიხვაშვილი (ხელმძღვანელი), რაფიელ თხინვალელი (კოორდინატორი), გიორგი მამულაშვილი (შემსრულებელი), მაყვალა ქურიძე (შემსრულებელი)

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. კვლევები ეხება სხვადასხვა კონფიგურაციის იონების ჩაჭერის ტექნოლოგიას სიბრტყეზე, რომელიც დაკავშირებულია კვანტური სისტემების მართვის ამოცანასთან. საანგარიშო პერიოდში მოხდა მკვლევართა ჯგუფის ბოლო დროინდელი შედეგების განზოგადება. განზოგადებულია ე. წ. სტაციონარული მუხტის ცნება იმგვარად, რომ მისი არსებობა და ერთადერთობა გამომდინარეობს ყველა წერტილისთვის სამკუთხედის გვერდებისგან შედგენილი წრფეების დამატებიდან. ნაჩვენები იქნა, რომ სამკუთხედის ყოველი გარე წერტილისათვის სტაციონარულ მუხტებს არ შეიძლება ჰქონდეთ ერთნაირი ნიშანი. აღწერილი იქნა მათი შესაძლო კომბინაციები. ტოლგვერდა

სამკუთხედისათვის და მის გარეთ აღებული წერტილისათვის ნაჩვენები იქნა, რომ სტაციონარული მუხტები უნაგირის ტიპის წერტილებია, რომელთა რაოდენობაა 2. წერტილთა ეს წყვილები განსაზღვრავენ სამკუთხედის დამატებაზე დიფერენცირებად ინვოლუციას. მომავალ წელს განხილული იქნება ამ შედეგებიდან გამომდინარე ჰიპოთეზები, რომლებიც მოყვანილია კვლევების ხელმძღვანელის ნაშრომში.

2. კომორის ტიპის სრულყოფილი MV-ალგებრებით წარმოქმნილი ქვემრავალსახეობაში სასრულად წარმოქმნილი თავისუფალი ალგებრების დახასიათება და მათი სპექტრალური სივრცეების აღწერა.

3. აქსიომატიკურად შემოღებულია და განვითარებულია დინამიკური ლუკასევიჩის ლოგიკა და მისი შესაბამისი დინამიკური MV-ალგებრები, რომლებიც განსაზღვრულია სასრული რაოდენობა ტოლობებით, და მისი გამოყენება იმუნურ სისტემაში.

4. ჩვენს მიერ შემუშავებული სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემით (სსას-ით) მოცემულ რეგიონში და  $T_0$  პერიოდში ბუნებრივი კატასტროფების (წყალდიდობების, ღვარცოფების) ამოცნობისთვის (პროგნოზისთვის), გარდა ამ პერიოდის წინა 12 თვის მონაცემებისა, უნდა გვქონდეს მასწავლი რეალიზაციები. მათი განსაზღვრისთვის კი – სხვა წლებშიც იმავე რეგიონში ამ  $T_0$  პერიოდის წინა 12 თვის მონაცემები კატასტროფების მოხდენის ან არმოხდენის შემთხვევაში.

მათი განსაზღვრის მეთოდის შემუშავება წარმოადგენს თემის მიზანს. შემუშავებულია მეთოდი, რომელიც ჩართულია სსას-ის საწყისი ინფორმაციის წინასწარი დამუშავების (პირველ) მოდელში. მეთოდში შერჩეულია საწყისი პარამეტრები. მათ საფუძველზეც განსაზღვრულია პირველადი, დამატებითი და ფორმალური დამატებითი პარამეტრები. მათი გამოყენებით განისაზღვრება ორი მატრიცა. პირველი შეესაბამება კატასტროფის მოხდენას, ხოლო მეორე – არმოხდენას. მათ საფუძველზე განისაზღვრება პირველადი მასწავლი რეალიზაციები შესაბამის პარამეტრებთან, დროის ინტერვალების ორივე ნაწილთან, თითოეულ თვესთან და მასში შემავალ მასწავლ ბლოკებთან მიმართებაში. ისინი გადაეცემა სსას-ის მასწავლ (მეორე) მოდელს შემდგომი გარდაქმნისთვის ინფორმატულობის გაზრდისა და ცოდნისა და მონაცემთა ბაზების განსაზღვრისთვის. ამ მიზნით მოდელი იყენებს გაწონასწორებულ და ნაწილობრივ გაწონასწორებულ არასრულ ბლოკ-სქემებს, ანუ  $(v, b, k, r, \lambda)$  და  $(v, b, k, r, n_i, \lambda_i, P^i)$ ,  $i = 1, 2$  ტიპის კონფიგურაციებს,  $(v, b, k, r, \lambda, \mu)$  ტიპის ტაქტიკურ კონფიგურაციებს, გეომეტრიულ კონფიგურაციებს და საუკეთესო ვარიანტების შერჩევის ვექტორული ოპტიმიზაციის მეთოდს.

ამგვარად, მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრისთვის, გარდა შემუშავებული მეთოდისა, გამოიყენება სსას-ის პირველი ორი მოდელი. მასწავლი მოდელი სხვადასხვა წლებში განსაზღვრულ ბაზებს გადასცემს ამოცნობის (მესამე) მოდელს კატასტროფის პროგნოზისთვის მხოლოდ იმის შემდეგ, როდესაც მოხდება ამ მოდელის მოდიფიკაცია, რაც წარმოადგენს ცალკე ამოცანას.

## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით — არა

1.

2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

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

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

3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

3.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი — არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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 — არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები: — არა

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები — არა

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1.

2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.2. სახელმძღვანელოები — არა

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.3. კრებულები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. გ.გიორგაძე, გ.ხიმშიაშვილი
- 2.

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. სამი წერტილოვანი მუხტის წონასწორობის წერტილების შესახებ, ISSN - 0132 - 1447
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. საქ. მეცნ. ეროვნული აკადემიის მოამბე, ტ.15, N 3, 2021

2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი

2.

5) გვერდების რაოდენობა

1. 6

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. კვანტური გამომთვლელის ერთ-ერთი შესაძლო პროტოტიპად განიხილება გაცივებული ჩაჭერილი იონების ტექნოლოგია. სტატიის შესწავლილია ერთ-ერთი შესაძლო ვარიანტი. კერძოდ, შესწავლილია კულონური ველის საშუალებით სამკუთხედით წერტილოვანი მუხტის მდგრადი წონასწორობის პირობები.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7.2. სახელმძღვანელოები — არა

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.



4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.3. კრებულები — არა

1) ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

1. გ.გიორგაძე, ნ. ფოკინა, მ. ელიზბარაშვილი,
2. გ. დონაძე, ხავიერ გარსია-მარტინესი
3. ნ. ფოკინა, მ. ელიზბარაშვილი
4. ნ. ფოკინა, მ. ელიზბარაშვილი
5. ა. დი-ნოლა, რ.გრიგოლია, ნ.მიცკევიჩი, გ.ვიტალე
6. ნ. ტყემალაძე, ვ.ჯიხვაშვილი, გ.მამულაშვილი
7. ნ. ტყემალაძე, გ.მამულაშვილი

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. Exactly solvable Hamiltonians in quantum computing. DOI: <https://doi.org/10.22323/1.394.0002>
2. Some generalizations of Schur's and Baer's theorem and their connection with homological algebra. DOI: <https://doi.org/10.1002/mana.201900495>
3. Pure superradiance from the inverted levels of spin triplet states coupled to resonator. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00723-021-01346-x>
4. Determination of magnetization dynamics of the material with spin triplet states under the action of a weak varying field and spin-lattice interaction in zero constant field. DOI: <https://doi.org/10.9734/bpi/nupsr/v15/12205D>
5. Dynamic Łukasiewicz logic and its application to immune system, <https://doi.org/10.1007/s00500-021-05955-3>

6. ON THE METHOD OF DETERMINING LEARNING DESCRIPTIONS TO FORECAST NATURAL DISASTERS WITH THE PATTERN RECOGNITION SYSTEM, DOI: [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_ws](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws), ISSN2413-1032

7. ON ONE APPROACH OF FORECASTING NATURAL DISASTERS WITH THE SYSTEM OF PATTERN RECOGNITION WITH LEARNING, DOI: [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_ws](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws), ISSN2413-1032

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Proceedings of Sciences. Vol.304, Recent Advances in Mathematical Physics.

2. Mathematische Nachrichten,

3. Applied Magnetic Resonance (AMR), Vol. 52 No. 7

4. Newest Updates in Physical Science Research, Vol.15, chapter 14

5. Soft Comput, 25, 9773–9780, Springer (2021)

6. WORLD SCIENCE, Multidisciplinary Scientific Edition, № 5(57), Vol.1, May 2020

7. WORLD SCIENCE, Multidisciplinary Scientific Edition, № 2 (63), February 2021

4) გვერდების რაოდენობა

1. 12

2. 11

3. 12

4. 8

5. 8

6. 7

7. 8

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. სტატიაში აგებულია უნივერსალურ გეიტთა სისტემა კვანტური მექანიკის ზუტად ამოხსნადი მოდელებისთვის. მოყვანილია გადახლართვის ოპერატორის აგების უნივერსალური გზა.

2. შურის კლასიკური თეორემა ამბობს, რომ სასრული ჯგუფის ცენტრალური გაფართოების კომპუტატორი არის სასრული. ბერმა განაზოგადა ეს თეორემა შემდეგი ფორმით: ვთქვათ  $n$  არის ნატურალური რიცხვი,  $G$  არის სასრული ჯგუფი და  $H$  არის მისი  $n$ -ცენტრალური გაფართოება. მაშინ  $H$ -ის ცენტრალური დალმავალი მწკრივის  $n$ -ური წევრი არის სასრული ჯგუფი. მოგვიანებით აჩვენეს, რომ იგივე თვისება გააჩნიათ ნილპოტენტურ, ამოხსნად, პოლიციკლურ ჯგუფებს და  $p$ -ჯგუფებს. ჩვენ ვაჩვენეთ, რომ არააბელური ტენზორული ნამრავლის ტექნიკის გამოყენებით შესაძლებელია შურისა და ბერის თეორემის შემდგომი განზოგადოება. კერძოდ, დავადგინეთ რომ სუპერამოხსნადი ჯგუფები, სრულყოფილი ჯგუფები და ნილპოტენტური, ამოხსნადი და პოლიციკლური ჯგუფების გაფართოებები სასრული ჯგუფებით წარმოადგენენ შურისა და ბერის კლასებს. აგრეთვე დავამტკიცეთ ბერის თეორემის ანალოგი სასრულად წარმოქმნილი ჯგუფებისთვის. გარდა ამისა ვაჩვენეთ, რომ სუპერსრულყოფილი ჯგუფების  $n$ -ნილპოტენტური მულტიპლიკატორი არის ტრივიალური.

3. ოთახის ტემპერატურის მყარი მდგომარეობის მაზერები წარმოადგენენ მიმზიდველ სისტემებს კვანტურ ოპტიკაში, მეტროლოგიასა და კვანტურ ტექნოლოგიაში ფუნდამენტალური საკითხების შესასწავლად. შემუშავებული იქნა „სპინ ტრიპლეტური მდგომარეობების (სტმ) ინვერტირებული გადასვლა + რეზონატორი“ ბმული სისტემიდან სუფთა ზეგამოსხივების (ზგ) თეორია იმ შემთხვევისთვის, როცა ამ გადასვლის მაგნიტური რეზონანსის ხაზის სიგანე უფრო ნაკლებია ვიდრე რეზონატორის გამტარობის სიგანე. ამ სტმ გადასვლის მაგნიტური რეზონანსი აღწერილი იქნა

ერთგადასვლიანი ოპერატორების დახმარებით. სპინების საწყისი მდგომარეობა ნავარაუდევია არაკოჰერენტულად. სპინებისა და რეზონატორის ურთიერთქმედება განხილული იქნა ნახევრადკლასიკური მოდელის ჩარჩოებში. თუ საწყისი უარყოფითი პოლარიზაცია სპინების არის ზღურბლის ზემოთ, მაშინ ეს ურთიერთქმედება იწვევს სპინების კოჰერენტულ მოძრაობას და დაყოვნებული გამოსხივების იმპულს რეზონატორიდან, რომლის სიმძლავრე პროპორციულია გამომსხივებლების რიცხვის კვადრატის - ე.ი. სუფთა ზეგამოსხივებას. ზგ პარამეტრები გამოთვლილია: იმპულსის სიმძლავრის დროზე დამოკიდებულება, დაყოვნების დრო, იმპულსის სიგანე, რეზონატორის სიმძლავრის დამოკიდებულება რეზონატორის სიხშირის გადასვლის რეზონანსული სიხშირის მიმართ აშლაზე. მიღებული შედეგები არის ხარისხობრივ და რაოდენობრივ თანხვედრაში კ-ტერფენილში ფოტოაღზნებული პენტაცენის მოლეკულებზე ჩატარებულ ექსპერიმენტთან.

4. განხორციელებული იქნა სპინ ტრიპლეტური მდგომარეობების (სტმ) როგორც რეგულარული, ისე არარეგულარული დინამიკის შესწავლა, ცვლად მაგნიტურ ველთან ერთ-მაგნონური და მესერთან ერთ-ფონონური ურთიერთქმედებების შემთხვევაში. ანალიტიკურად გამოკვლეული იქნა მოლეკულური მონოკრისტალების სტმ-ების ანიზოტროპული რეგულარული დინამიკა ნულოვან მუდმივ და სუსტ ცვლად მაგნიტურ ველებში (ცვლადი ველის სისუსტე ნიშნავს, რომ ადგილი არ აქვს გაჯერებას სტაციონალურ შემთხვევაში და ნუტაციას იმპულსური ეპრ-ის დროს), როდესაც ისინი მიმართულია მოლეკულური ღერძების გასწვრივ. ნიმუშის დამაგნიტების თავისუფალი მოძრაობისთვის მიღებული იქნა განტოლებები, რომლებიც აღწერენ მის წრფივ რხევას იმ მოლეკულური ღერძის გასწვრივ, რომლის გასწვრივაც შეიქმნა მისი არანულოვანი საწყისი მნიშვნელობა. მიღებული იქნა ცვლადი ველის მიმართ სტაციონალური დინამიური ამთვისებლობის ტენზორი. სტმ-ზე მოკლე მიკროტალღური იმპულსით ზემოქმედების შედეგი ანალიტიკურადაა აღწერილია. ის შეიცავს პერიოდულ დამოკიდებულებას როგორც იმპულსის ხანგრძლივობაზე, ასევე მის აშლაზე. ელექტრონების სპინ-მესერული რელაქსაციის (სმრ) ანიზოტროპული არარეგულარული დინამიკა მისი ერთ-ფონონური მექანიზმის შემთხვევაში გამოკვლეულია ფონონების ტემპერატურის მიმართ მაღალტემპერატურული მიახლოების გარეშე. სტმ ცალკეული გადასვლებისთვის გამოთვლილია სმრ სიჩქარეები; შესაბამისი სმრ ალბათობები ჩაწერილია სახით, რომელიც ითვალისწინებს მესერის ფრაქტალურ განზომილებას  $d$ -ს. ანალიტიკური შედეგები  $d = 4/3$  -თვის კარგ შესაბამისობაშია რიბონუკლეაზა T1-ში ჩაფლული ტრიპტოფანის სტმ-ზე არსებულ ექსპერიმენტალურ მონაცემებთან.

5. აქსიომატიკურად შემოღებულია და განვითარებულია დინამიკური ლუკასევიჩის ლოგიკა და მისი შესაბამისი დინამიკური MV-ალგებრები, რომლებიც განსაზღვრულია სასრული რაოდენობა ტოლობებით, და მისი გამოყენება იმუნურ სისტემაში.

6. სტატია ეხება ფიქსირებულ რეგიონში და  $T_0$  პერიოდში ბუნებრივი კატასტროფის, (წყალდიდობის, ღვარცოფის) პროგნოზის ამოცანას ჩვენს მიერ შემუშავებული სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემით. ამისთვის აუცილებელია წინასწარ უნდა გვქონდეს  $T_0$ -ის წინა 12 თვის მონაცემების საფუძველზე განსაზღვრული მასწავლი რეალიზაციები. მათი განსაზღვრა წარმოადგენს ამ სტატიის მიზანს. ამასთან დაკავშირებით სტატიაში განსაზღვრულია პირველადი, დამატებითი და ფორმალური დამატებითი პარამეტრები მათი მნიშვნელობების საფუძველზე განისაზღვრება ორი მატრიცა, რომელთაგანაც პირველი შეესაბამება კატასტროფების მოხდენის ფაქტს, მეორე - არმოხდენის ფაქტს. ამ მატრიცებში მოცემულია პარამეტრების მნიშვნელობები. ისინი განსაზღვრულია ზემოთ მითითებულ 12 თვესთან, მასწავლ ბლოკებთან (რომლებსაც არის დაყოფილი ამ თვეებიდან თითოეული თვე) და დღე-ღამის 24 საათიდან 12 საათიან დროის

ინტერვალებთან მიმართებაში. ამ პარამეტრების მნიშვნელობებისგან განისაზღვრება მასწავლი რეალიზაციები მოცემულ რეგიონში  $T_0$  პერიოდის წინა 12 თვის მონაცემების საფუძველზე. მათგან ვექტორული ოპტიმიზაციის მეთოდის გამოყენებით შეირჩევა საუკეთესო მასწავლი რეალიზაციები, რომლებიც გადაეცემა მასწავლი მოდელს გარდაქმნისთვის ინფორმატულობის გაზრდის მიზნით. გარდაქმნის შემდეგ მასწავლი მოდელი განსაზღვრავს ცოდნისა და მონაცემთა ბაზებს, რომელთა საფუძველზეც ამოცნობის მოდელი, პროგნოზის სპეციფიკის გათვალისწინებით მოდელში ცვლილებების შეტანის შემდეგ, ამოიცნობს სხვა წლებში მოხდება თუ არა ეს ეს მოვლენა იმავე რეგიონის  $T_0$  პერიოდში.

7. მოცემულ  $t_0$  წელს, რეგიონში და  $T_0$  პერიოდში ბუნებრივი კატასტროფების (წყალდიდობის, ღვარცოფის) პროგნოზისთვის ჩვენს მიერ შემუშავებული სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემით (სსას-ით), იგი უნდა დაისვას სწავლებით სახეთა ამოცნობის ტერმინებში. ამ ამოცანის შესაბამისად წინასწარ უნდა განისაზღვროს მასწავლი რეალიზაციები, რომლის შემდეგ შესაძლებელია სსას-ის სამივე მოდელის გამოყენება. პირველი მოდელით ხდება: მოცემულ წელს, რეგიონში და  $T_0$  პერიოდის წინა 12 თვის მონაცემების საფუძველზე რეალიზაციების განსაზღვრა; წინა წლების იმავე რეგიონში  $T_0$  პერიოდის წინა 12 თვის მონაცემების საფუძველზე მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრა, მათგან საკონტროლო, მასწავლი და მასწავლი ამოსაცნობი რეალიზაციების განსაზღვრა. შემდეგ მასწავლი მოდელი განსაზღვრავს მასწავლი ამოსაცნობი რეალიზაციისთვის ერთ ცოდნისა და მონაცემთა ბაზას, ხოლო თითოეული საკონტროლო რეალიზაციისთვის ვარიანტების რაოდენობის ცოდნისა და მონაცემთა ბაზას. მათ საფუძველზე მესამე მოდელი მასწავლი ამოსაცნობი რეალიზაციისთვის შესაბამისი კრიტერიუმებით მიიღებს ერთ გადაწყვეტილებას შესაბამის კლასთან მიკუთვნების შესახებ, საკონტროლო რეალიზაციისთვის – ვარიანტების რაოდენობის პირველად გადაწყვეტილებებს და მათ საფუძველზე ერთ გადაწყვეტილებას. მესამე მოდელი საკონტროლო რეალიზაციების ამოცნობის შედეგების მიხედვით შესაბამისი არგუმენტების საფუძველზე ამოიცნობს მოცემულ რეგიონში და პერიოდში მოხდება თუ არა ბუნებრივი კატასტროფა. ამასთანავე, მესამე მოდელის ფუნქციას მოახდინოს კორექტირება მონაცემთა ბაზების საკონტროლო და მასწავლი ამოსაცნობი რეალიზაციების ამოცნობის შედეგების საფუძველზე, განსაზღვროს სისტემის მუშაობის ეფექტურობა და ნდობის დეტექტორი, რომლებზეც აისახება ეს შედეგები. სწავლების პროცესი უნდა ჩატარდეს 5 წლის მონაცემებზე მაინც, რომელთა საფუძველზე განისაზღვრება ცოდნის და მონაცემთა ბაზები ცალ-ცალკე. მათგან შერჩეული ბაზების გამოყენებით ამოიცნობა ის, მოცემულ რეგიონში და პერიოდში მოხდება თუ არა ბუნებრივი კატასტროფა.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. გ. ბოლოთაშვილი
2. გ. ბოლოთაშვილი
3. რ.გრიგოლია
4. რ.ლიპარტელიანი
5. ფ.ალშიბაია

## 2) მოხსენების სათაური

1. Solving the Linear Ordering Problem Using the Faceted Cuts ( $NP = P$ ) – წრფივი გადაადგილებების ამოცანის ამოხსნა ფასეტური კვეთების საშუალებით ( $NP = P$ )
  2. Program for Enrollment of Entrants in Higher Education on the National Exams, Problems and Ways to Solve Them – ეროვნულ გამოცდებზე უმაღლეს სასწავლებლებში აბიტურიენტების ჩარიცხვის პროგრამა, პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები.
  3. Involutive symmetric Goedel Spaces, their algebraic duals and logic
  4. On the Free  $S^{\omega}$ -Algebras
  5. On Temporal Heyting Algebras
- 

## 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირი, XI საერთაშორისო კონფერენცია, 2021 წლის 23-28 აგვისტო, ქ. ბათუმი
2. საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირი, XI საერთაშორისო კონფერენცია, 2021 წლის 23-28 აგვისტო, ქ. ბათუმი
3. საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირი, XI საერთაშორისო კონფერენცია, 2021 წლის 23-28 აგვისტო, ქ. ბათუმი
4. საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირი, XI საერთაშორისო კონფერენცია, 2021 წლის 23-28 აგვისტო, ქ. ბათუმი
5. საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირი, XI საერთაშორისო კონფერენცია, 2021 წლის 23-28 აგვისტო, ქ. ბათუმი

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

1. გამოქვეყნებულია აბსტრაქტების კრებულში.
2. გამოქვეყნებულია აბსტრაქტების კრებულში.

## 8. 2. უცხოეთში

- 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები
  1. გ. გიორგაძე
  2. გ. ბოლოთაშვილი

## 2) მოხსენების სათაური

1. On the algorithm for computation of partial indices of a piecewise constant matrix function
2. Новая  $(m, k)$  фасета для многогранника линейных порядков – წრფივი გადაადგილებების ამოცანის ახალი  $(m, k)$  ფასეტა.

## 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. დუბნა, ბირთვული კვლევების გაერთიანებული ინსტიტუტი, 24-25 მაისი, 2021 წ.
2. მინსკი, ინფორმატიკის პრობლემების გაერთიანებული ინსტიტუტი, 29-30 მარტი, 2021 წ.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

1. გამოქვეყნებულია აბსტრაქტების კრებულში [https://indico-hlit.jinr.ru/event/187/attachments/511/911/Book\\_of\\_abstracts.pdf](https://indico-hlit.jinr.ru/event/187/attachments/511/911/Book_of_abstracts.pdf)
2. გამოქვეყნებულია თეზისების კრებულში.

## სტოქასტური ანალიზის და მათემატიკური მოდელირების განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. სტოქასტური ანალიზისა და მათემატიკური მოდელირების საკითხების კვლევა, დარგი: მათემატიკა, ატმოსფეროს ფიზიკა; სამეცნიერო მიმართულება: შემთხვევით პროცესთა თეორია და მისი გამოყენებები, მათემატიკური მოდელირება.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები:

1. 2018–2022

2.

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

ა) ზურაბ ფირანაშვილი – საერთო ხელმძღვანელი

ბ) რევაზ თევზაძე – პროექტის ნაწილის ხელმძღვანელი

გ) გიორგი ჯანდიერი – პროექტის ნაწილის ხელმძღვანელი

დ) თეიმურაზ ცაბაძე – პროექტის ნაწილის ხელმძღვანელი

ე) თამაზ სულაბერიძე – შემსრულებელი

ვ) ბესიკ ჩიქვინიძე – შემსრულებელი

ზ) ცოტნე კუტალია – შემსრულებელი

თ) ირაკლი სხირტლაძე – შემსრულებელი

ი) ზურაბ ალიმბარაშვილი – შესრულებელი

კ) როლანდ ბაკურაძე – შემსრულებელი

ლ) დავით იოზაშვილი – შემსრულებელი

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

სტოქასტური ანალიზისა და მათემატიკური მოდელირების საკითხების კვლევა.

1. დარგი: მათემატიკა; ატმოსფეროს ფიზიკა.

სამეცნიერო მიმართულება : შემთხვევით პროცესთა თეორია და მისი გამოყენებები, მათემატიკური მოდელირება

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2018–2022

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

- ა) ზურაბ ფირანაშვილი – საერთო ხელმძღვანელი
- ბ) რევაზ თევზაძე – პროექტის ნაწილის ხელმძღვანელი
- გ) გიორგი ჯანდიერი – პროექტის ნაწილის ხელმძღვანელი
- დ) თეიმურაზ ცაბაძე – პროექტის ნაწილის ხელმძღვანელი
- ე) თამაზ სულაბერიძე – შემსრულებელი
- ვ) ბესიკ ჩიქვინიძე – შემსრულებელი
- ზ) ცოტნე კუტალია – შემსრულებელი
- თ) ირაკლი სხირტლაძე – შემსრულებელი
- ი) ზურაბ ალიმბარაშვილი – შესრულებელი
- კ) როლანდ ბაკურაძე – შემსრულებელი
- ლ) დავით იობაშვილი – შემსრულებელი

2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

ა) შესწავლილია კაპიტალის რობასტული მაქსიმიზაციის ამოცანა ხარისხოვანი სარგებლიანობის მქონე ინვესტორისთვის ბინომური მოდელის შემთხვევაში. მიღებულია მაჰეჯირებელი სტრატეგიის ზუსტი დახასიათება (რ.თევზაძე, ც.კუტალია)

ბ) მიღებულია კოტელნიკოვ–შენონის ტიპის განზოგადებული მწკრივები, შესწავლილია მათი კრებადობის სიჩქარის საკითხები (ზ.ფირანაშვილი).

მიმდინარეობდა კვლევა არაწრფივად გარდაქმნილი გაუსის შემთხვევითი პროცესების პროგნოზის თეორიის დამუშავების მიზნით, როგორც წრფივი, ასევე არაწრფივი პროგნოზისა და მათი შესაბამისი საშუალო–კვადრატული ცდომილობებისთვის ცხადი ფორმულების მიღების თვალსაზრისით (ზ.ფირანაშვილი, თ.სულაბერიძე, ზ.ალიმბარაშვილი)

გ) ცნობილია, რომ თუ  $f = (f(x), x \in R)$  ფუნქციისთვის ტრანსფორმირებული პროცესი  $(f(W_t), t \geq 0)$  ბროუნის მოძრაობის  $W$  მიმართ, არის მარჯვნივ უწყვეტი მარტინგალი, მაშინ  $f$  არის წრფივი ფუნქცია. ასევე ცნობილია, რომ დროზე დამოკიდებული ფუნქცია  $f = (f(t, x), t \geq 0, x \in R)$  არის  $x$ -ის წრფივი ფუნქცია. ჩვენ ვიძლევიტ ამ შედეგების მარტივ განზოგადებებს. აღვწერეთ  $f$  ფუნქციების კლასები, რომლებისთვისაც პროცესები  $f(W_t) - Ef(W_t)$  და  $f(W_t)/Ef(W_t)$  ( $f(x) > 0$ -ისთვის) არიან მარტინგალები. დავამტკიცეთ, რომ პროცესი  $f(W_t) - Ef(W_t), f(W_t)/Ef(W_t), t > 0$

არის მარჯვნივ უწყვეტი მარტინგალი, მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ ფუნქცია  $f(x)$  არის  $ax^2 + bx + c$  და  $ae^{\lambda x} + b e^{-\lambda x}$

ფორმის.

გარდა ამისა, ვაჩვენეთ, რომ თუ  $f(W_t) - Ef(W_t)$  (შესაბამისად  $f(W_t)/Ef(W_t)$ ) არის უბრალოდ მარტინგალი, მაშინ

$f(x)$  უდრის მე-2 რიგის მრავალწევრს (შესაბამისად  $ae^{\lambda x} + b e^{-\lambda x}$ ) თითქმის ყველგან ლებეგის ზომით.

მთავარი მოტივაცია ბრაუნის მოძრაობის ასეთი მარტინგალური გარდაქმნების განსახილველად იყო მათი კავშირი ფუნქციონალურ განტოლებებთან. ვაჩვენეთ, რომ თუ ფუნქცია

$f = (f(x), x \in R)$  არის კვადრატული ფუნქციონალური განტოლების ზომადი ამოხსნა

$$f(x+y) + f(x-y) = 2f(x) + 2f(y) \text{ ყველა } x, y \in R\text{-ში,}$$

მაშინ სხვაობა  $f(W_t) - Ef(W_t)$  არის მარტინგალი და თუ  $f$  არის მკაცრად დადებითი

დალამბერის ფუნქციონალური განტოლების

$$f(x+y) + f(x-y) = 2f(x)f(y), \quad x, y \in R\text{-ში, ამოხსნა}$$

მაშინ მარტინგალი იქნება პროცესი  $f(W_t)/Ef(W_t)$ . მარტინგალური ფუნქციების ზემოაღნიშნული აღწერილობები გვაძლევს საშუალებას მოვიყვანოთ განტოლებების ზოგადი ზომადი ამონახსნის ეკვივალენტური დახასიათება მარტინგალების საშუალებით.

ასევე განვიხილოთ დროზე დამოკიდებული ფუნქციები  $(f(t, x), t \geq 0, x \in R)$ , რომლებისთვისაც

ტრანსფორმირებული პროცესები

$$f(t, \sigma W_t) - Ef(t, \sigma W_t) \text{ და } f(t, \sigma W_t) / \{Ef(t, \sigma W_t)\}$$

არიან მარტინგალები, სადაც  $\sigma$  არის მუდმივი. ასეთი ფუნქციების მარტივი სტრუქტურული თვისებების მისაღებად, როგორც  $f = (f(x), x \in R)$  ფუნქციების შემთხვევაში, საჭიროა გარკვეული ტიპის ზრდის პირობები  $f$  ფუნქციაზე, ან უნდა მოითხოვოთ მარტინგალური თვისება ტრანსფორმირებული პროცესებისთვის მინიმუმ ორი განსხვავებული  $\sigma \neq 0$  (რ.თევზაძე).

დ) დამუშავდა და გამოკვლეულ იქნა ექსპონენციალური მარტინგალების თანაბრად ინტეგრებადობის საკითხები. თავდაპირველად დამუშავდა უწყვეტი მარტინგალების შემთხვევა. ამ მიმართულებით წინა წლებში უწყვეტი მარტინგალებისათვის განზოგადდა ნოვიკოვ-კაზამაკის შერეული პირობა და მიღებულ იქნა ექსპონენციალური მარტინგალების თანაბრად ინტეგრებადობის ახალი საკმარისი პირობა  $a_\varepsilon$  პროცესის საშუალებით, ნაცვლად  $a \neq 1$  მუდმივისა ( $a$  მუდმივი გამოყენებული იყო ნოვიკოვ-კაზამაკის საკმარისი პირობაში). ამასთან აგებული იყო კონტრმაგალითი რომლისთვისაც ნოვიკოვ-კაზამაკის შერეული პირობა არ სრულდება არცერთი  $a \neq 1$  მუდმივისათვის, ხოლო ჩვენს მიერ მიღებული საკმარისი პირობა სრულდება კონკრეტული  $a_\varepsilon$  პროცესისათვის. ამჟამად მიმდინარეობს მუშაობა უწყვეტ შემთხვევაში ექსპონენციალური მარტინგალის თანაბრად ინტეგრებადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობის მიღებაზე.

შედეგად, უწყვეტ შემთხვევაში მიღებულ იქნა თანაბრად ინტეგრებადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა  $a_\varepsilon$  პროცესის საშუალებით (ამ შედეგის მიღებაში არსებითად დაგვეხმარა ი. რუფის მიერ 2013 წელს მიღებული შედეგი). მთავარი სირთულე იყო  $|a_\varepsilon - 1| \geq \varepsilon > 0$  პირობის ისე შემსუბუქება, რომ მიგველო აუცილებელი და საკმარისი პირობა, რაც ამჟამად შესრულებულია. მიმდინარეობს ასევე მუშაობა მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალის თანაბრად ინტეგრებადობის საკმარისი პირობის დადგენაზე. ძირითადი იდეა მდგომარეობდა იმაში, რომ განზოგადებული ყოფილიყო უწყვეტ შემთხვევაში მიღებული შედეგი. ამისთვის თავდაპირველად შესწავლილ იქნა მემინ-შირიაევის, ლეპანგლე-მემინის, პროტერ-შიმბოსი, სოკოლის და რუფის ნაშრომები. შედეგად  $a_\varepsilon \in [0; 1]$  პროცესის საშუალებით მიღებულ იქნა მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალების თანაბრად ინტეგრებადობის საკმარისი პირობა. ეს საკმარისი პირობა აზოგადებს როგორც უწყვეტ შემთხვევაში ჩვენს მიერ მიღებულ შედეგს, ასევე ლეპანგლე-მემინის შედეგს. ამასთან აგებულ იქნა სამი კონტრმაგალითი, რომლებიც აჩვენებს ჩვენს მიერ მიღებული საკმარისი პირობის უპირატესობას ზემოთ ჩამოთვლილი ავტორების საკმარისი პირობებთან შედარებით (ბ.ჩიქვინიძე, რ. თევზაძე).



ე) დაიწერა სახელმძღვანელო: "რისკების შეფასება განუზღვრელ პირობებში", რომელშიც განხილულია განუზღვრელობის პირობებში რისკების შეფასების ძირითადი მეთოდები, კერძოდ, ისეთი საკითხები, როგორცაა ეკონომიკურ პროცესებზე განუზღვრელობის გავლენის ზოგადი მაგალითები. როგორც წესი, ეს შეფასებები მოცემულია მიახლოებითი, არასრული, არამკაფიო ფორმით. აგრეთვე განხილულია ფაზი აგრეგირების მეთოდების გამოყენების ამოცანები. შემოთავაზებულია რისკების შეფასების მიდგომა ფაზი ლოგიკის საფუძველზე. შემოთავაზებულია აღნიშნული თეორიული საკითხების განხილვა და შესაბამისი პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტა დოქტორანტებთან ერთად სემინარულ მეცადინეობებზე. მეთოდური მითითებები რეკომენდებულია ინფორმატიკის სპეციალობის დოქტორანტებისათვის (თ.ცაბაძე).

ვ) გ.ჯანდიერის მიერ აღმოჩენილია ორი ეფექტი: „ორბურცობიანი ეფექტი“ და „კომპენსაციის ეფექტი“. განხილულ იქნა პლაზმურ ფენზე დახრილად დაცემული ელექტრომაგნიტური ტალღის გავრცელება-გაბნევა გარეშე მაგნიტური ველის გათვალისწინებით. მიღებულია „ჩვეულებრივი“ და „არაჩვეულებრივი“ ტალღების გავრცელების პირობები შთანთქმად გამზნევ მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში მაგნიტური ველის გასწვრივ და პერპენდიკულარული მიმართულებებით. გამოთვლილია გაბნეული გამოსხივების სივრცითი სპექტრის სიმძლავრის მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები გეომეტრიული ოპტიკის მიახლოებაში ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციების ნებისმიერი კორელაციური ფუნქციისთვის. გათვალისწინებულია გარეშე მაგნიტური ველის ანიზოტროპულობა, ელექტრომაგნიტური ტალღის დახრილად დაცემა პლაზმურ ფენზე, დიელექტრიკული შეღწევადობისა და გამტარებლობის ანიზოტროპულობა დედამიწის ატმოსფეროს პოლარულ არეში. „კომპენსაციის ეფექტით“ დადგენილია ის მიმართულება, რომლის გასწვრივაც ეს ანიზოტროპული ფაქტორები ერთმანეთს აკომპენსირებენ. ამ მიმართულების გასწვრივ სივრცითი სპექტრის სიმძლავრე არც განივდება და არც მისი მაქსიმუმი წაინაცვლებს. ანალიზურად და რიცხვობრივად გაანალიზებულია გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლები: სივრცითი სპექტრის სიმძლავრის გაგანიერება და მისი მაქსიმუმს წაინაცვლება ანიზოტროპული იონოსფერული პლაზმური სტრუქტურების ხარისხობრივი სპექტრისთვის, ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით. ამ ეფექტს დიდი გამოყენება ექნება შორ და მცირე მანძილებზე თანამგზავრების კომუნიკაციურ და რადარულ სისტემებში.

შესწავლილია ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელება შემთხვევითად არაერთგვაროვან მაგნიტოაქტიურ გამტარ პლაზმაში პედერსენი, ჰოლისა და გასწვრივი გამტარებლობის გათვალისწინებით. გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლები შეისწავლება სტოქასტურ განტოლებათა სისტემაზე დაყრდნობით. გარდატეხის მაჩვენებლისა და პოლარიზაციის კოეფიციენტები გამოთვლილია „ჩვეულებრივი“ და „არაჩვეულებრივი“ ტალღებისთვის დედამიწის ატმოსფეროს პოლარულ რეგიონში. გამოთვლილია ექსპერიმენტზე დაკვირვებადი დეპოლარიზაციის ეფექტების აღმწერი სტოქსის პარამეტრები ელექტრონების კონცენტრაციის ნებისმიერი კორელაციური ფუნქციისთვის. ჩვენს მიერ პირველად მიღებული განზოგადებული სტოქსის პარამეტრების ამსახველი კოჰერენტული მატრიცა აღწერს არაბრტყელი ტალღების პოლარიზაციის ეფექტების თავისებურებებს (გ.ჯანდიერი).

ზ) კვლევის ამოცანა იყო, საქართველოს ბაზარზე არსებულ მცირე და დიდ კომპანიებში ციფრული გარდაქმნის სტრატეგიების განსაზღვრა. ციფრულ გარდაქმნასთან დაკავშირებული კვლევები ჩატარებულია მხოლოდ დიდ კომპანიებში. აღსანიშნავია რომ მსგავსი ტიპის კომპანიებისათვის რესურსების დეფიციტი არ წარმოადგენს პრიორიტეტულ პრობლემას და ასეთი კომპანიებისათვის სხვა გამოწვევები დგას წინა პლანზე (მაგ: გარდაქმნისათვის და ცვლილებებისთვის საჭირო სტრუქტურულ/ სტრატეგიული მოქნილობა სხვადასხვა პარამეტრების გათვალისწინებით), რასაც ვერ ვიტყვით მცირე ზომის კომპანიებზე მცირე ზომის კომპანიებისთვის პრიორიტეტი სწორედ ცვლილებებისადმი მოქნილობა და ახალ სტრუქტურასთან სწრაფი ადაპტირებაა, მაგრამ მათთვის საკმაოდ რთულ გამოწვევას წარმოადგენს რესურსების მოზიდვა/ მობილიზება(დ.იოზაშვილი).

## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით — არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

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

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

### 3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

3.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი — არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები — არა

4.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა — არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები: — არა

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები — არა

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

1. თეიმურაზ ცაბაძე

2. დალი მაგრაქველიძე

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. რისკების შეფასება განუზღვრელ პირობებში, ISBN 978-9941-8-3193-5

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, სტუ-ს IT კონსალტინგის სამეცნიერო ცენტრი, 2021

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1. 32

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

სახელმძღვანელოში განხილულია განუზღვრელობის პირობებში რისკების შეფასების ძირითადი მეთოდები, კერძოდ, ისეთი საკითხები, როგორცაა ეკონომიკურ პროცესებზე განუზღვრელობის გავლენის ზოგადი მაგალითები. როგორც წესი, ეს შეფასებები მოცემულია მიახლოებითი, არასრული, არამკაფიო ფორმით.

აგრეთვე განხილულია ფაზი აგრეგირების მეთოდების გამოყენების ამოცანები. შემოთავაზებულია რისკების შეფასების მიდგომა ფაზი ლოგიკის საფუძველზე.

შემოთავაზებულია აღნიშნული თეორიული საკითხების განხილვა და შესაბამისი პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტა დოქტორანტებთან ერთად სემინარულ მეცადინეობებზე. მეთოდური მითითებები რეკომენდებულია ინფორმატიკის სპეციალობის დოქტორანტებისათვის.

სახელმძღვანელოში მომყვანილი კონკრეტული საკითხების ნუსხა ასე გამოიყურება:

1. ეკონომიკურ პროცესებზე განუზღვრელობის გავლენის ზოგადი მაგალითები.

2. ფაზი ლოგიკის გამოყენების მაგალითები.

3. მაგალითები ფაზი სიმრავლეთა თეორიიდან: ჩართვა, გაერთიანება, თანაკვეთა, სხვაობა, დამატება, კონცენტრირება, გაჭიმვა.

4. ფაზი სიმრავლეთა მიკუთვნების ფუნქციის აგების მაგალითები.

5. მაგალითები: ფაზი სიმრავლეთა შორის მანძილის პოვნა.
6. ფაზი მიმართებების გამოყენების მაგალითები.
7. ამოცანა ექსპერტების შეფასების წარმოდგენა ტრაპეზოიდული ფაზი რიცხვების სახით.
8. სასრული რაოდენობის ფაზი რიცხვების აგრეგირების მაგალითები.
9. ფაზი ლოგიკის რისკების შეფასების პროცესებში გამოყენების ზოგადი მაგალითები.
10. საკრედიტო რისკის შეფასების პროცესის პარამეტრიზაციის ამოცანა.
11. პროექტის შესაფასებლად ლინგვისტური ცვლადის განსაზღვრის ამოცანა.
12. რისკების დონის შესაფასებლად პროცენტული სკალის ფორმირების ამოცანა.
13. ფაზი შეფასებების სკალის პროცენტულ სკალაზე ასახვის მაგალითები.
14. ფაზი აგრეგირების მეთოდების გამოყენების ამოცანები.
15. საინვესტიციო პროექტის რისკების შეფასების მაგალითები.

სახელმძღვანელოში მოცემული მეთოდური მითითებები რეკომენდებულია ინფორმატიკის სპეციალობის დოქტორანტებისათვის.

### 6.3. კრებულები —

#### 1) ავტორი/ავტორები

1. დავით იოზაშვილი
- 2.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. შემთხვევითი პროცესებისა და მათემატიკური სტატისტიკის გამოყენებანი ფინანსურ ეკონომიკასა და სოციალურ მეცნიერებებში V, GAU, 2020
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, თბილისის მეცნიერებისა და ინოვაციების 2020-წლის ფესტივალი
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

1. 5
- 2.

### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

ციფრული გარდაქმნის სტრატეგიები მცირე და საშუალო ბიზნესში საქართველოს მაგალითზე.

კვლევის ამოცანა იყო, საქართველოს ბაზარზე არსებულ მცირე და დიდ კომპანიებში ციფრული გარდაქმნის სტრატეგიების განსაზღვრა. ციფრულ გარდაქმნასთან დაკავშირებული კვლევები ჩატარებულია მხოლოდ დიდ კომპანიებში. აღსანიშნავია რომ მსგავსი ტიპის კომპანიებისათვის რესურსების დეფიციტი არ წარმოადგენს პრიორიტეტულ პრობლემას და ასეთი კომპანიებისათვის სხვა გამოწვევები დგას წინა პლანზე (მაგ: გარდაქმნისათვის და ცვლილებებისთვის საჭირო სტრუქტურულ/სტრატეგიული მოქნილობა სხვადასხვა პარამეტრების გათვალისწინებით), რასაც ვერ ვიტყვით მცირე ზომის კომპანიებზე. მცირე ზომის კომპანიებისთვის პრიორიტეტი სწორედ ცვლილებებისადმი მოქნილობა და ახალ სტრუქტურასთან სწრაფი ადაპტირებაა, მაგრამ მათთვის საკმაოდ რთულ გამოწვევას წარმოადგენს რესურსების მოზიდვა/ მობილიზება.

6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. ც. კუტალია, რ. თევზაძე
- 2.

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. Utility Maximization Problem Under Binomial Model Uncertainty, ISSN 1512-0066.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Reports of Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, Vol. 35, 2021
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

1. 4
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

შესწავლილია კაპიტალის რობასტული მაქსიმიზაციის ამოცანა ხარისხოვანი სარგებლიანობის მქონე ინვესტორისთვის ბინომური მოდელის შემთხვევაში. მიღებულია მაკეჯირებელი სტრატეგიის ზუსტი დახასიათება.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.2. სახელმძღვანელოები — არა

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.3. კრებულები — არა

1) ავტორები



- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

1. რ. თევზაძე, მ.მანია

2. რ. თევზაძე, მ.მანია

3. ბესიკ ჩიქვინიძე

4. გიორგი ჯანდიერი, აკირა იშიმარუ, ნინო მჭედლიშვილი

5. გიორგი ჯანდიერი, აკირა იშიმარუ

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. Mania M., Tevzadze R.; On martingale transformations of multidimensional Brownian Motion, <https://doi.org/10.1016/j.spl.2021.109119>;

2. Mania M., Tevzadze R.; Martingale Transformations of Brownian Motion with Application to Functional Equations; Print ISSN: 1744-2508 Online ISSN: 1744-2516;

3. Besik Chikvinidze; The Mixed Novikov-Kazamaki Condition for the Uniform integrability of the General Stochastic Exponential, DOI: 10.1080/17442508.2021.1981326;

4. Jandieri George, Ishimaru Akira and Mchedlishvili Nino; "Compensation Effect in the Conductive Auroral Region of the Terrestrial Atmosphere," E-ISSN 1559-8985; doi: 10.2528/PIERM21081206

5. Jandieri George and Ishimaru Akira; "Polarimetric Parameters of Scattered Electromagnetic Waves in the Conductive Magnetized plasma," E-ISSN 1559-8985. doi: 10.2528/PIERM21021904.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Statistics and Probability Letters 175 (2021) 109119;

2. **Stochastics: An International Journal of Probability and Stochastic Processes**, Accepted;

3. Stochastics – An International Journal of Probability and Stochastic Processes;

4. Progress in Electromagnetic research, PIER M, vol. 105, pp. 119-129, 2021;

5. Progress in Electromagnetic research, PIER M, vol. 101, pp. 185-196, 2021

4) გვერდების რაოდენობა

1. 7
2. 23
3. 13
4. 10
5. 11

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. და 2. ნაშრომების ანოტაცია: ცნობილია, რომ თუ  $f = (f(x), x \in R)$  ფუნქციისთვის ტრანსფორმირებული პროცესი  $(f(W_t), t \geq 0)$  ბროუნის მოძრაობის  $W$  მიმართ, არის მარჯვნივ უწყვეტი მარტინგალი, მაშინ  $f$  არის წრფივი ფუნქცია. ასევე ცნობილია, რომ დროზე დამოკიდებული ფუნქცია  $f = (f(t, x), t \geq 0, x \in R)$  არის  $x$ -ის წრფივი ფუნქცია.

ამ ნაშრომებში ჩვენ ვიძლევი ამ შედეგების მარტივ განზოგადებებს.

ჩვენ აღწერთ  $f$  ფუნქციების კლასებს, რომლებისთვისაც პროცესები  $f(W_t) - Ef(W_t)$  და  $f(W_t)/Ef(W_t)$  ( $f(x) > 0$ -ისთვის) არიან მარტინგალები. ჩვენ ვამტკიცებთ, რომ პროცესი  $f(W_t) - Ef(W_t), f(W_t)/Ef(W_t), t > 0$

არის მარჯვნივ უწყვეტი მარტინგალი, მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ ფუნქცია  $f(x)$  არის  $ax^2 + bx + c$  და  $ae^{\lambda x} + b e^{-\lambda x}$

ფორმის.

გარდა ამისა, ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ თუ  $f(W_t) - Ef(W_t)$  (შესაბანისად  $f(W_t)/Ef(W_t)$ ) არის უბრალოდ მარტინგალი, მაშინ

$f(x)$  უდრის მე-2 რიგის მრავალწევრს (შესაბანისად  $ae^{\lambda x} + b e^{-\lambda x}$ ) თითქმის ყველგან ლებეგის ზომით.

ჩვენი მთავარი მოტივაცია ბრაუნის მოძრაობის ასეთი მარტინგალური გარდაქმნების განსახილველად იყო მათი კავშირი ფუნქციონალურ განტოლებებთან. ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ თუ ფუნქცია

$f = (f(x), x \in R)$  არის კვადრატული ფუნქციონალური განტოლების ზომადი ამოხსნა  $f(x + y) + f(x - y) = 2f(x) + 2f(y)$  ყველა  $x, y \in R$ -ში,

მაშინ სხვაობა  $f(W_t) - Ef(W_t)$  არის მარტინგელი და თუ  $f$  არის მკაცრად დადებითი დალამბერის ფუნქციონალური განტოლების

$f(x + y) + f(x - y) = 2f(x)f(y), x, y \in R$ -ში, ამოხსნა

მაშინ მარტინგალი იქნება პროცესი  $f(W_t)/Ef(W_t)$ . მარტინგალური ფუნქციების ზემოაღნიშნული აღწერილობები გვამლევს საშუალებას მოვიყვანოთ განტოლებების ზოგადი ზომადი ამონახსნის ეკვივალენტური დახასიათება მარტინგალების საშუალებით.

ჩვენ ასევე განვიხილავთ დროზე დამოკიდებულ ფუნქციებს  $(f(t, x), t \geq 0, x \in R)$ , რომლებისთვისაც ტრანსფორმირებული პროცესები

$f(t, \sigma W_t) - Ef(t, \sigma W_t)$  და  $f(t, \sigma W_t)/\{Ef(t, \sigma W_t)\}$

არიან მარტინგალები, სადაც  $\sigma$  არის მუდმივი. ასეთი ფუნქციების მარტივი სტრუქტურული თვისებების მისაღებად, როგორც  $f = (f(x), x \in R)$  ფუნქციების შემთხვევაში, საჭიროა გარკვეული

ტიპის ზრდის პირობები  $f$  ფუნქციაზე, ან უნდა მოითხოვოთ მარტინგალური თვისება ტრანსფორმირებული პროცესებისთვის მინიმუმ ორი განსხვავებული  $\sigma \neq 0$ . შესაბამისი მტკიცებები (თეორემები 5-7) მოცემულია მე-2 ნაშრომში.

3. 2021 წელს დავიწყე მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალის თანაბრად ინტეგრებადობის საკმარის პირობაზე მუშაობა. ძირითადი იდეა მდგომარეობდა იმაში, რომ განმეზოგადებინა უწყვეტ შემთხვევაში მიღებული შედეგი. ამისათვის თავდაპირველად შევისწავლე მემინ-შირიაევის, ლეპანგლე-მემინის, პროტერ-შიმბოსი, სოკოლის და რუფის ნაშრომები. შედეგად  $a_s \in [0; 1]$  პროცესის საშუალებით მივიღე მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალების თანაბრად ინტეგრებადობის საკმარისი პირობა. ეს საკმარისი პირობა აზოგადებს როგორც უწყვეტ შემთხვევაში ჩემს მიერ მიღებულ შედეგს, ასევე ლეპანგლე-მემინის შედეგს. ამასთან ამავე ნაშრომში ავაგე სამი კონტრმაგალითი, რომლებიც აჩვენებს ჩემი საკმარისი პირობის უპირატესობას ზემოთ ჩამოთვლილი ავტორების საკმარის პირობებთან შედარებით. ნაშრომი გამოიცა 2021 წელს.

4. „კომპენსაციის ეფექტი“ არის ჩემს მიერ აღმოჩენილი მეორე ახალი ეფექტი (პირველი იყო „ორბურცობიანი ეფექტი“). ნაშრომში განიხილება პლაზმურ ფენზე დახრილად დაცემული ელექტრომაგნიტური ტალღის გავრცელება-გაბნევა გარეშე მაგნიტური ველის გათვალისწინებით. მიღებულია „ჩვეულებრივი“ და „არაჩვეულებრივი“ ტალღების გავრცელების პირობები შთანთქმად გამზნევ მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში მაგნიტური ველის გასწვრივ და პერპენდიკულარული მიმართულებებით. გამოთვლილია გაბნეული გამოსხივების სივრცითი სპექტრის სიმძლავრის მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები გეომეტრიული ოპტიკის მიახლოებაში ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციების ნებისმიერი კორელაციური ფუნქციისთვის. გათვალისწინებულია გარეშე მაგნიტური ველის ანიზოტროპულობა, ელექტრომაგნიტური ტალღის დახრილად დაცემა პლაზმურ ფენზე, დიელექტრიკული შეღწევადობისა და გამტარებლობის ანიზოტროპულობა დედამიწის ატმოსფეროს პოლარულ არეში. „კომპენსაციის ეფექტით“ დადგენილია ის მიმართულება, რომლის გასწვრივაც ეს ანიზოტროპული ფაქტორები ერთმანეთს აკომპენსირებენ. ამ მიმართულების გასწვრივ სივრცითი სპექტრის სიმძლავრე არც განივდება და არც მისი მაქსიმუმი წაინაცვლებს. ანალიზურად და რიცხვობრივად გაანალიზებულია გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლები: სივრცითი სპექტრის სიმძლავრის გაგანიერება და მისი მაქსიმუმს წანაცვლება ანიზოტროპული იონოსფერული პლაზმური სტრუქტურების ხარისხობრივი სპექტრისთვის, ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით. ამ ეფექტს დიდი გამოყენება ექნება შორ და მცირე მანძილებზე თანამგზავრების კომუნიკაციურ და რადარულ სისტემებში.

5. ნაშრომში შეისწავლება ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელება შემთხვევითად არაერთგვაროვან მაგნიტოაქტიურ გამტარ პლაზმაში პედერსენი, ჰოლისა და გასწვრივი გამტარებლობის გათვალისწინებით. გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლები შეისწავლება სტოქასტურ განტოლებათა სისტემაზე დაყრდნობით. გარდატეხის მაჩვენებლისა და პოლარიზაციის კოეფიციენტები გამოთვლილია „ჩვეულებრივი“ და

„არაჩვეულებრივი“ ტალღებისთვის დედამიწის ატმოსფეროს პოლარულ რეგიონში. გამოთვლილია ექსპერიმენტზე დაკვირვებადი დეპოლარიზაციის ეფექტების აღმწერი სტოქსის პარამეტრები ელექტრონების კონცენტრაციის ნებისმიერი კორელაციური ფუნქციისთვის. **ჩვენს მიერ პირველად მიღებული** განზოგადებული სტოქსის პარამეტრების ამსახველი კოჰერენტული მატრიცა აღწერს არაბრტყელი ტალღების პოლარიზაციის ეფექტების თავისებურებებს.

(ავტორი – პროფესორი გიორგი ჯანდიერი არის საერთაშორისო კოსმოსური სააგენტოს საქართველოს ფილიალის პრეზიდენტი).

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. რ. თევზაძე

2.

#### 2) მოხსენების სათაური

1. სარგებლიანობის მაქსიმიზაციის ამოცანა არამკაფიო ბინომური მოდელის შემთხვევაში

2.

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. თბილისი, 21-24 აპრილი

2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

### 8. 2. უცხოეთში — არა

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1.

2.

#### 2) მოხსენების სათაური

1.

2.

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1.

2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

## სახეთა ამოცნობის გამოყენებითი სისტემების განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ხელოვნური ინტელექტის, კერძოდ, სახეთა ამოცნობის მიდგომების ფარგლებში დამუშავებული კონცეფციის საფუძველზე პრაქტიკული დანიშნულებისა და მაღალი ეკონომიკური ეფექტურობის მქონე ჩაის შერჩევით საკრეფი ინტელექტუალური სისტემის საცდელ-სადემონსტრაციო პროტოტიპის აგება (კიბერნეტიკა, ხელოვნური ინტელექტი, სახეთა ამოცნობა, აგროტექნიკური პროცესის ინტელექტუალიზაცია).

2. ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის გამოყენება ადამიანის ინტელექტის ფუნქციის მოდელირებასა და ტექნიკურ ამოცანებში (კიბერნეტიკა-ხელოვნური ინტელექტი).

3. ციფრულ გამოსახულებათა სეგმენტაციისა და კლასიფიკაციის ამოცანები (ინფორმატიკა, კომპიუტერული ხედვა).

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2021-2023

2. 2021-2023

3. 2021-2022

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. გოდერძი ლეჟავა - პროექტის ხელმძღვანელი, მერაბ კანდელაკი - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ირინა კამკამიძე - კომპიუტერული ექსპერიმენტების მომზადება და ჩატარება, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ანგუს ვარდოსანიძე - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ბეჟან ოლიშვილი - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ზაირა ბერიკიშვილი - კომპიუტერული ექსპერიმენტების მომზადება და ჩატარება, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ირაკლი სტეფანაძე - ელექტრონული სქემების დამუშავება, დამზადება, გაწყობა, ზვიად მოსიაშვილი - მექანიკური კვანძების დამუშავება, დამზადება, მონტაჟი, გაწყობა, ირაკლი ჯავახიშვილი - მექანიკური კვანძების დამუშავება, დამზადება, მონტაჟი, გაწყობა, თამარ დალაქიშვილი - პროგრამირება, კომპიუტერული ექსპერიმენტების მომზადება შედეგების დამუშავება, სტატიის მომზადება.

2. გოდერძი ლეჟავა - პროექტის ხელმძღვანელი, მერაბ კანდელაკი - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ირინა კამკამიძე - კომპიუტერული ექსპერიმენტების მომზადება და ჩატარება, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ანგუს ვარდოსანიძე - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ბეჟან ოლიშვილი - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ირაკლი სტეფანაძე - ელექტრონული სქემების დამუშავება, დამზადება, გაწყობა, თამარ

დალაქიშვილი - პროგრამირება, კომპიუტერული ექსპერიმენტების მომზადება შედეგების დამუშავება, სტატიის მომზადება.

3. ოთარ თავდიშვილი — პროექტის ხელმძღვანელი, თ.სულაბერიძე, თ. თოდუა, ზ. ალიმბარაშვილი – პროექტის შემსრულებლები.

## 2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

### 2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ხელოვნური ინტელექტის, კერძოდ, სახეთა ამოცნობის მიდგომების ფარგლებში დამუშავებული კონცეფციის საფუძველზე პრაქტიკული დანიშნულებისა და მაღალი ეკონომიკური ეფექტურობის მქონე ჩაის შერჩევით საკრეფი ინტელექტუალური სისტემის საცდელ-სადემონსტრაციო პროტოტიპის აგება (კიბერნეტიკა, ხელოვნური ინტელექტი, სახეთა ამოცნობა, აგროტექნიკური პროცესის ინტელექტუალიზაცია).

2. ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის გამოყენება ადამიანის ინტელექტის ფუნქციის მოდელირებასა და ტექნიკურ ამოცანებში (კიბერნეტიკა, ხელოვნური ინტელექტი).

3. ციფრულ გამოსახულებათა სეგმენტაციისა და კლასიფიკაციის ამოცანები (ინფორმატიკა, კომპიუტერული ხედვა).

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021-2023

2. 2021-2023

3. 2021-2022

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. გოდერძი ლეჟავა - პროექტის ხელმძღვანელი, მერაბ კანდელაკი - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ირინა კამკამიძე - კომპიუტერული ექსპერიმენტების მომზადება და ჩატარება, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ანგუს ვარდოსანიძე - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ბეჟან ოლიშვილი - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ზაირა ბერიკიშვილი - კომპიუტერული ექსპერიმენტების მომზადება და ჩატარება, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ირაკლი სტეფანაძე - ელექტრონული სქემების დამუშავება, დამზადება, გაწყობა, ზვიად მოსიაშვილი - მექანიკური კვანძების დამუშავება, დამზადება, მონტაჟი, გაწყობა, ირაკლი ჯავახიშვილი - მექანიკური კვანძების დამუშავება, დამზადება, მონტაჟი, გაწყობა, თამარ დალაქიშვილი - პროგრამირება, კომპიუტერული ექსპერიმენტების მომზადება შედეგების დამუშავება, სტატიის მომზადება.

2. გოდერძი ლეჟავა - პროექტის ხელმძღვანელი, მერაბ კანდელაკი - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ირინა კამკამიძე - კომპიუტერული ექსპერიმენტების მომზადება და ჩატარება, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ანგუს ვარდოსანიძე - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო

დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ბეჟან ოლიშვილი - სისტემის, მისი ცალკეული კვანძების დამუშავება, ეფექტურობის კვლევა, სისტემის მონტაჟი, საპატენტო დოკუმენტების და სტატიის მომზადება, ირაკლი სტეფნაძე - ელექტრონული სექციების დამუშავება, დამზადება, გაწყობა, თამარ დალაქიშვილი - პროგრამირება, კომპიუტერული ექსპერიმენტების მომზადება შედეგების დამუშავება, სტატიის მომზადება.

3. ოთარ თავდიშვილი — პროექტის ხელმძღვანელი, თ. სულაბერიძე, თ. თოდუა, ზ. ალიმბარაშვილი – პროექტის შემსრულებლები.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. ხელოვნური ინტელექტის, კერძოდ, სახეთა ამოცნობის მიდგომების ფარგლებში დამუშავებული კონცეფციის საფუძველზე პრაქტიკული დანიშნულებისა და მაღალი ეკონომიკური ეფექტურობის მქონე ჩაის შერჩევით საკრეფი ინტელექტუალური სისტემის საცდელ-სადემონსტრაციო პროტოტიპის აგება. პრობლემის აქტუალურობა განპირობებულია იმით, რომ ჩაის წარმოება ერთ-ერთი ყველაზე სტაბილურად ზრდადი დარგია: მთელ მსოფლიოში იზრდება ჩაის მოხმარება და წარმოება. ამასთანავე, სულ უფრო მწვავედება ხარისხიანი ნედლეულის დამზადების — ფოთლის შერჩევითი კრეფის პრობლემა, რაც გამოწვეულია ხელით შრომის ღირებულების განუწყვეტელი ზრდით. კრეფის მექანიზაციის არსებულ საშუალებებს პრაქტიკულად არ გააჩნია შერჩევის უნარი, რაც მასიური მოხმარების პროდუქციის ხარისხის მკვეთრ გაუარესებას იწვევს. ამასთანავე მეჩაიეობა წლების განმავლობაში იყო საქართველოს სოფლის მეურნეობის ერთერთი წამყვანი დარგი. ამიტომ, აკადემიკოსების ი. ჟორდანიას, ვ. ჭავჭავაძის და ი. ფრანგიშვილის ძალისხმევით გადაწყდა კიბერნეტიკის ინსტიტუტში სრულმასშტაბიანი აკადემიური კვლევის ჩატარება, რომელიც ახალი თაობის სრულყოფილი საკრეფი სისტემების კონსტრუირების საფუძველებს შექმნიდა. ამდენად კვლევები პიონერულია და ლიტერატურაში მათი ანალოგები არ მოიძებნება. სტატისტიკური მასალის მოსაპოვებლად შეიქმნა კამერით აღჭურვილი ელექტრული წევის შასი. მოპოვებული სტატისტიკური მასალისა და დუყების გამოსახულებათა ბანკის საფუძველზე შეიქმნა საიმპიტაციო პროგრამა, რომელმაც შესაძლებელი გახადა სამუშაოების მნიშვნელოვანი ნაწილის პლანტაციიდან ლაბორატორიაში გადმოტანა. დამუშავდა და დაიხვეწა პრაქტიკული დანიშნულების მაღალი ეკონომიკური ეფექტურობის მქონე საკრეფი სისტემის კონცეფცია. კვლევების მეცნიერულ ღირებულებას ასახავს უცხოელი ექსპერტების შეფასებები და საერთაშორისო ფონდების (ISTC და STCU) გრანტები. არსებული გეგმის მიხედვით მიმდინარე 2021 წლის განმავლობაში განხორციელდა საკრეფი სისტემისთვის გადამწოდების, ტექნიკური მხედველობის სისტემის და შესაბამისი ელექტრონული კვანძების დამუშავება, დამზადება და დახვეწა. ჩატარდა სამუშაოები ტრადიციული საჭრელი მოდულის პრინციპულად ახალი გადაწყვეტისათვის. ყველა არსებულ ჩაის საკრეფ მანქანებში ეს კვანძი ჩვეულებრივი ხერხის სახით არის წარმოდგენილი. წინასწარმა გათვლებმა გვაჩვენა, რომ საჭრელ მოდულში ლენტური ხერხის გამოყენება არსებითად შეამცირებს ამ კვანძის ენერგომოხმარებას, გაზრდის საიმედობას, გაამარტივებს რემონტსა და მომსახურებას. ახალი გადაწყვეტის მაღალი ეფექტურობის ექსპერიმენტული დასაბუთებისათვის შეძენილ იქნა ლენტური ხერხი და მომზადდა დანადგარის მექანიკური კვანძების ესკიზები. დაიწყო სამუშაო საპატენტო მასალების მოსამზადებლად.

2. სამუშაო მიეკუთვნება ხელოვნური ინტელექტის ამოცანებში ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის გამოყენების საკითხების კვლევას და ამ კვლევების საფუძველზე ტექნიკური სისტემების შექმნას. კერძოდ, გამოკვლეული იქნება ადამიანის ინტელექტუალურ აქტივობასთან დაკავშირებული ზოგიერთი ფუნქციის პროცესორის საშუალებით მოდელირების

საკითხები; აგრეთვე მისი გამოყენება პრაქტიკული დანიშნულების ტექნიკურ სისტემებში, სადაც აუცილებელია გადაწყვეტილებების დროის რეალურ მასშტაბში მიღება.

გასული საუკუნის 90-იან წლებში ცხადი გახდა, რომ ხელოვნური ინტელექტის მეტნაკლებად სრულყოფილი სისტემა გამოყვანის დედუქციურ ქვესისტემასთან ერთად უნდა შეიცავდეს ე.წ ადაპტურ ნაწილს. ადაპტურ ნაწილში, ჩვეულებრივ, იყენებდნენ ნეირონული ქსელების და, კერძოდ, პერცეპტრონის ტიპის მოწყობილობებს. მათი გამოყენება გამართლებული იყო კვლევებში, მაგრამ სრულიად უსარგებლო და გაუმართლებელი — პრაქტიკულ ამოცანებში.

ხელოვნური ინტელექტის სისტემების ადაპტურ ტრაქტში სამუშაოდ ჩვენს მიერ შემოთავაზებული იყო ინდუქციური გამოყვანის პროცესორი [G.Lezhava, Ir.Kamkamidze, Z.BerikiSvili. Development of processor of inductive inference for realization of intellectual procedures in real time. Nova Science Publishers. New York. 2012]. თავდაპირველად იგი დამუშავდა უპილოტო ნავიგაციის პრაქტიკული სისტემისათვის. შემდეგში ცხადი გახდა იმ ოპერაციის უნივერსალური ხასიათი, რომელსაც ის ახორციელებს [Гипотеза о базовом операторе-реиндуктивной логики. Лежава Г.Г., Камкамидзе И.Ш., Берикишвили З.И., Мкртычян Э.М., Канделаки М.К., Вардосанидзе А.К. „საქართველოს საინჟინრო სიახლენი“. № 3 (vol. 79), 2016].

კვლევის არსი მდგომარეობს ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის საშუალებით იმ ელემენტარული ფსიქოლოგიური ფუნქციების მოდელირებაში, რომლებიც განაპირობებენ აზროვნების უნარს და ამ კვლევის შედეგის საფუძველზე კონკრეტული, მაღალი პრაქტიკული მნიშვნელობის მქონე „გონიერი“ ტექნიკური სისტემის დამუშავებაში].

არსებული გეგმის ესაზამისად, 2021 წლის განმავლობაში გათვალისწინებული იყო „გონიერი“ მიმყოლი სისტემის კონცეფციის დამუშავება ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის გამოყენება შესაძლებელს გახდის ასეთი მიმყოლი სისტემის გამოყენება სწრაფად მიმდინარე პროცესების მართვის ამოცანებში.

პარალელურად, უნივერსიტეტ „გეომედთან“ ერთად განხორციელდა ექსპერიმენტები, რომელთა მიზანი იყო ე.წ. „მოტივაციური ფილტრების“ მოდელირება ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის საშუალებით.

3. 2021 წლის ამოცანა: ციფრული გამოსახულების აღდგენა მისი გარჩევისუნარიანობის გაზრდის მიზნით მაღალი კრებადობის სიჩქარის მქონე ახალი საინტერპოლაციო ფორმულების (ზ.ფი-რანაშვილის ფორმულა) გამოყენებით. ციფრული გამოსახულებების გარჩევისუნარიანობის გაზრდისა და მასშტაბირების ამოცანების გადაწყვეტისთვის გამოყენებული მეთოდებიდან ინტერპოლაციის გამოყენებას მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს. ასეთი ამოცანების გამოყენების სფეროს მიეკუთვნება მაგალითად, გამოსახულების ფრაგმენტიდან უფრო მეტი დეტალური ინფორმაციის მოპოვება მისი გადიდების შედეგად, გამოსახულების მასშტაბის გაზრდა ობიექტების იდენტიფიკაციის მიზნით, დაბალი გარჩევისუნარიანობის გამოსახულებიდან მაღალი გარჩევისუნარიანობის გამოსახულების აღდგენა მისი შემდგომი დეტალური ანალიზის გაადვილების მიზნით და ა. შ. ციფრული გამოსახულების ინტერპოლაციის სხვადასხვა მეთოდებში ინტერპოლაციის მნიშვნელობების მისაღებად არსებული მნიშვნელობების სხვადასხვა რაოდენობა გამოიყენება. შესაზამისად სხვადასხვა გამოთვლების ფასი და მიღებული გამოსახულებების ვიზუალური ხარისხი. აქედან გამომდინარე ისმება ამოცანა, რომ შესაძლებელია თუ არა გარკვეული კომპრომისის მიღწევა გამოთვლების ფასსა და აღდგენილი გამოსახულების ხარისხს შორის. საუკეთესო ვარიანტი იქნებოდა რაც შეიძლება მინიმალური რაოდენობის არსებული მნიშვნელობებიდან მაქსიმალურად მაღალი ხარისხის გამოსახულების აღდგენა. ამ მიზნით გამოსახულების ინტერპოლაციისთვის ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ინტერპოლაციის განზოგადებული ფორმულის გამოყენება, რომლითაც ანათვლების ნაკლები მნიშვნელობებით.



არსებული ფორმულის გამოყენებით სხვადასხვა გამოსახულებებზე ტარდება კომპიუტერული ექსპერიმენტები მაქსიმალურად მაღალი ხარისხის გამოსახულებების მისაღებად. მზადდება სტატია გამოსაქვეყნებლად.

## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით — არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

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

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

### 3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები — არა

4.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები: — არა

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.2. სახელმძღვანელოები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

6.3. კრებულები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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

1) ავტორი/ავტორები — არა

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

- 1.

#### 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

##### 1) ავტორი/ავტორები

1. ო.თავდიშვილი, ზ.ალიმბარაშვილი
- 2.

##### 2) სტატიის სათაური, ISSN

1. An Algorithm for Determining the Location of a Segment on a Segmented Image. ISSN 1512-0996
- 2.

##### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები, №1 (519), 2021
- 2.

##### 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, სტუ
- 2.

##### 5) გვერდების რაოდენობა

1. 8
- 2.

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

##### 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

- ##### 1) ავტორი/ავტორები
- 1.
  - 2.

##### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

##### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

##### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

##### 7.2. სახელმძღვანელოები — არა

- ##### 1) ავტორი/ავტორები
- 1.
  - 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7.3. კრებულები — არა

1) ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7.4. სტატიები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში — არა

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

#### 2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

### 8.2. უცხოეთში — არა

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

#### 2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

## ბიოკიბერნეტიკული სისტემების განყოფილება

### 1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

#### 1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

##### 1. ნეირონის ინფორმაციული აქტივობათა გამოკვლევა ელექტრომაგნიტური სმოგის პირობებში (ბიოკიბერნეტიკა)

- 2.

#### 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2022
- 2.

#### 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ბ. ფარცვანია — ხელმძღვანელი; თ. სულაბერიძე — შემსრულებელი, ექსპერიმენტების სტატისტიკური დამუშავება; თ. ზორიკოვი — შემსრულებელი, ელექტრომაგნიტური ველების შექმნა, თ. გოგოლაძე — შემსრულებელი, ელექტროფიზიოლოგიური ექსპერიმენტების ჩატარება, ქ. ჩუბინიძე — შემსრულებელი, ელექტროფიზიოლოგიური ექსპერიმენტების ჩატარება, ვ. ჯელაძე — შემსრულებელი, დასხივებათა დოზიმეტრია.

2.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ნეირონის ინფორმაციული აქტივობათა გამოკვლევა ელექტრომაგნიტური სმოგის პირობებში (ბიოკიბერნეტიკა).

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2018-2022

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ბ. ფარცვანია- ხელმძღვანელი; თ. სულაბერიძე — შემსრულებელი, ექსპერიმენტების სტატისტიკური დამუშავება; თ. ზორიკოვი — შემსრულებელი, ელექტრომაგნიტური ველების შექმნა, თ. გოგოლაძე — შემსრულებელი, ელექტროფიზიოლოგიური ექსპერიმენტების ჩატარება, ქ. ჩუბინიძე — შემსრულებელი, ელექტროფიზიოლოგიური ექსპერიმენტების ჩატარება, ვ. ჯელაძე — შემსრულებელი, ელექტრომაგნიტური ველების შექმნა, დასხივებათა დოზიმეტრია.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

უკანასკნელი ორი ათწლეულის განმავლობაში უაღრესად სწრაფად განვითარდა უმავთულო კომუნიკაციის საშუალებათა გამოყენება მსოფლიოში. მათ შორის პირველ ადგილზეა მობილური ტელეფონები. ამას გარდა, ასევე სწრაფად ვითარდება ე.წ. ვაი-ფაი (Wi-Fi) საშუალებები, რომელთა გამოყენების არეალი ძირითადად ლოკალური ქსელებია. დიდია ასევე ე.წ. უმავთულო ტელეფონების გამოყენებაც. მობილური ტელეფონები ფუნქციონირებენ 900 მეგაჰერცი და 1800 მეგაჰერცი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველებით (ემვ) (რადიო სიხშირის ინტევალი). Wi-Fi საშუალებებში გამოიყენება 2.4 გეგაჰერცი და 5 გეგაჰერცის სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველები. ესაა ე.წ. მიკროტალღების სიხშირეთა ინტერვალი. უმავთულო ტელეფონები ფუნქციონირებს 1900 მეგაჰერც სიხშირეზე. ადამიანისა თუ ცხოველის ჯანმრთელობაზე ემვ-ბის უარყოფითი გავლენის შესწავლისადმი მრავალი სამეცნიერო კვლევაა მიძღვნილი. მათ შორის ბევრი შრომაა ამ ემვ-ბის ნერვულ სისტემაზე უარყოფითი ზემოქმედების გამოსაკვლევად.

აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ თანამედროვე ცივილიზებული ადამიანი განუწყვეტლივ იმყოფება ამ ველების ერთობლივი ზემოქმედების ქვეშ.



რადიო და მიკროტალღური სიხშირის ემგ-ბის ბიოლოგიურ ობიექტებზე ზემოქმედების შესწავლისას ძირითადად განიხილება ერთერთი რომელიმე სიხშირის ემგ-ს ბიოლოგიური ეფექტები.

უნდა აღინიშნოს, რომ რეალურ ცხოვრებაში იშვიათად გვხვდება მხოლოდ ერთი რომელიმე ემგ-ს გავლენა ცოცხალ ობიექტებზე. სატელევიზიო და რადიოანტენების, მობილური კავშირგაბმულობის საბაზო სადგურების, მილიონობით მობილური ტელეფონის, კომპიუტერების და მათი უმავთულო კავშირის საშუალებების, უკაბელო ტელეფონების, მიკროტალღური გამათბობლების და მრავალი სხვა მოწყობილობის მიერ გამოსხივებული ემგ-ბი ქმნიან ელექტრომაგნიტურ სმოგს. მათ მიერ გენერირებული ემგ-ბის ზემოქმედება ადამიანზე (მის ნერვულ სისტემასა და ტვინზე) ხდება, როგორც უშუალოდ სხეულის სიახლოვეს, მაგალითად, მობილური ტელეფონების, უმავთულო ტელეფონის, ვოქი-თოქის (walkie-talkie) და სხვათა გამოყენებისას, ისევე დისტანციურადაც, მაგალითად, საბაზო სადგურების მიერ ემგ-ს გამოსხივება, ლოკალური ქსელების – ე.წ ვაი-ფაი-ს (Wi-Fi) ემგ-ს გამოსხივება და მრავალი სხვა. მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზებისა და სამომხმარებლო დენის ქსელების მიერ გამოსხივებული უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველები ასევე მონაწილეობენ ამ სმოგის წარმოქმნაში. ელექტრომაგნიტური სმოგი ყოველდღიურად ძლიერდება. ახლო მომავალში გამოჩნდება ე.წ. უმძლოლო მანქანები (რობოტით მართვადი მანქანები). მათი სენსორები იმუშავებენ სხვადასხვა სიხშირეებზე და ასევე მონაწილეობას მიიღებენ სმოგის შექმნაში – [www.driverless-future.com/?page\\_id=384](http://www.driverless-future.com/?page_id=384). მსოფლიოში უაღრესად დიდი ყურადღება ეთმობა ემგ-ბის უსაფრთხო სტანდარტების შემუშავებას. ამ სტანდარტების დადგენა ხდება ისეთი მნიშვნელოვანი საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ, როგორებიცაა არაიონიზებადი რადიაციისაგან დაცვის საერთაშორისო კომისია (ICNIRP), ელექტრული და ელექტრონული ინჟინერიის ინსტიტუტი (IEEE) და სხვა. რეკომენდაციები ეფუძნება მრავალ სამეცნიერო კვლევას ემგ-ბის ბიოლოგიური ეფექტების შესახებ. ხდება უახლესი მონაცემების შეჯერება, რათა მოხდეს აღნიშნული დოზების ლიმიტაცია მათი უფრო ადექვატური და ეფექტურობის მიზნით. აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ დასმულია საკითხი, რათა ემგ-ის უსაფრთხო დოზების დადგენისას გათვალისწინებული იქნას ასევე არასითბური ეფექტებიც – ICNIRP Guidelines 2010, Vecchia 2012.

**პროექტის მოემულ ეტაპზე შესწავლილია 5 გჰც და 1800 მგჰც სიხშირის ემგ-ბის ერთობლივი გავლენა ნეირონზე.**

ელექტროფიზიოლოგიური ექსპერიმენტები.

კვლევები ტარდებოდა მოლუსკის იზოლირებულ განგლიებზე. იზოლაციის შემდეგ განგლიები მუშავდებოდა პროტეოლიტურად პრონაზის საშუალებით, რათა გაადვილებულიყო საკვლევი ნეირონის იდენტიფიკაცია. ექსპერიმენტებში გამოყენებული იქნა მიკროელექტროდული ტექნიკა, რომელიც დღემდე წარმატებით გამოიყენება მსოფლიოს წამყვან ლაბორატორიებში. პროტეოლიტური დამუშავების შემდეგ განგლიები გადაიტანებოდა სუფთა რინგერის ხსნრის შემცველ ჭურჭელში (რინგერის ხსნარის შემადგენლობა: NaCl 80 მოლ: KCl 4 მოლ: CaCl<sub>2</sub> 7 მოლ: MgCl<sub>2</sub> 5 მოლ: Tris-HCl buffer 5 მოლ: pH =7,5.)

უჯრედშიგა სტიმულაცია: ნეირონში შეგვყავდა ორი მიკროელექტროდი; ერთი რეგისტრაციისათვის, მეორე კი უჯრედშიგა სტიმულაციისათვის. სტიმულაციისათვის გამოყენებულ იყო დენის მართკუთხა იმპულსები.

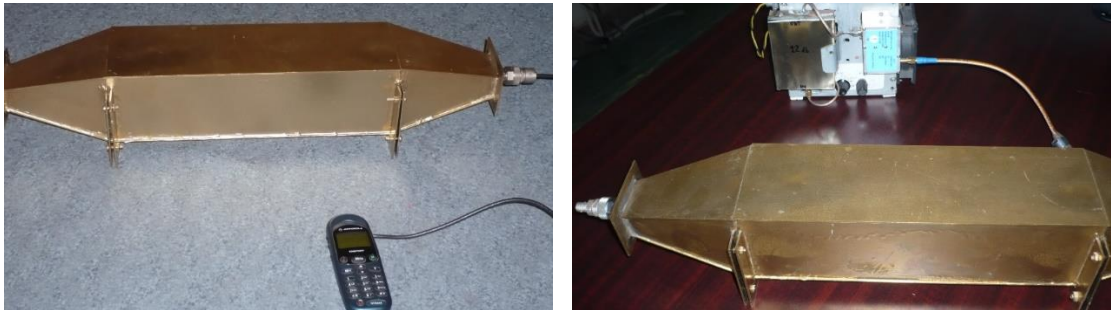
მიკროელექტოდების გასაჭიმად გამოყენებული იყო მინისაგან დამზადებული კაპილარები “Standard Wall Borosilicate Tubing (PYREX®),(Bioscience tools co)”. კაპილარები გაიჭიმებოდა მიკროელექტროდების დასამზადებელ ხელსწყოზე P-30 (World precision instruments). შეივსებოდა სათანადო ხსნარით. მიკროელექტროდების წინაღობა იზომებოდა უჯრედშიგა ელექტრომეტრი IE

251 A (Warner Instruments, LLC, USA)–ის საშუალებით. მიკროელექტროდები მაგრდებოდა პიეზო-მიკრომანიპულატორებზე PM-20 Märzhäuser' Wetzlar (გერმანია), რომელიც განაპირობებს ნეირონში მიკროელექტროდების შეყვანას ნეირონის დაუზანებლად.

ბიოპოტენციალების გასაძლიერებად გამოყენებული იქნა ხელსაწყო უჯრეშია ელექტრომეტრი IE 251 A (Warner Instruments, LLC, USA). დარეგისტრირებული ბიოპოტენციალები შეიტანება კომპიუტერში *Data acquisition system ML866 PowerLab/4/30–is* (Ad instruments Co, ავსტრალია) საშუალებით და მუშავდებოდა “Chart 5.5” პროგრამით (ADInstruments co). ასევე გამოყენებულ იქნა დამატებითი პროგრამა „peak parameter extention“, რაც ქმედების პოტენციალების ანალიზის საშუალებას იძლევა. უჯრეშია სტიმულაციისათვის გამოყენებული იქნება „პიკოამპერების წყარო K 261” აშშ.

დასხივება და დოზიმეტრია.

1800 მეგაჰერცი და 5 გეგაჰერცი ემვ-ბის ნეირონზე ზემოქმედების შესწავლისათვის საჭიროა ერთგვაროვანი განივი ელექტრომაგნიტური ველი, რომლის შესაქმნელად გამოყენებულია ჩვენს მიერ დამუშავებული სისტემა ე.წ. TEM Cell. 1800 მგჰც სიხშირის ემვ-ს შესაქმნელად TEM Cell-ში მის შესავალზე ვუერთებდით ამ სიხშირეზე მომუშავე მობილურ ტელეფონს, ხოლო 5 გჰც სიხშირის ველის შესაქმნელად ვიყენებდით ჩვენს მიერ დამუშავებულ გენერატორს. სურათზე 1 ნაჩვენებია TEM Cell ტელეფონთ და TEM Cell გენერატორთან ერთად. სმოგის მოდელირებისათვის TEM Cell-ის შესავალზე ერთდროულად მოდებული იყო მობილური ტელეფონის და გენერატორის გამოსავალები.



სურათი 1. TEM Cell მობილური ტელეფონით (მარცხენა სურათი) და TEM Cell გენერატორით (მარჯვენა სურათი).

ნეირონი ამუშავებს ინფორმაციას ქმედების პოტენციალის (ქპ) საშუალებით. შეხედულება ნეირონებს შორის ინფორმაციის გაცვლის შესახებ გულისხმობს, რომ ნეირონის შესავალი არის ნეირონის სომა და დემდრიტები, აქ წარმოიშობა ქპ, რომელიც მიერმართება აქსონში, რათა სინაფსების საშუალებით გადაეცეს შემდეგ ნეირონს. ნეირონში მუდმივი დენის გატარება იწვევს რამოდენიმე ქპ გენერირებას, რომლებსაც სხვადასხვა ფორმა აქვთ. ქპ გაფართოებასა და გენერირების სიხშირეს შორის ადგილი აქვს კორელაციას (Kandel and Spencer, 1961\*; Aldrich et al., 1979\*; Fox and Ranck, 1981\*). ავტორებმა Häusser et al., 2001 წ აჩვენეს, რომ ქპ იწვევს სინაფსური მუხტის ისეთ დონემდე შუნტირებას, რომელიც ქპ ფორმაზე დამოკიდებული. ეს ავტორები თვლიან, რომ ქპ ამ გზით მონაწილეობს სინაფსურ ინტეგრაციაში. ავტორები Gonzalo G. de Polavieja 2005 თვლიან, რომ ქპ ფორმა „ინახავს“

აქსონის გამტარებლობას და პირდაპირ ზემოქმედებს სინაფსურ გადაცემაზე მეზობელი ნეირონებს მიმართ.

**ავტორებმა** Juusola at all 2007; **Tateno at all 2006A** აჩვენეს, რომ გაფართოებული პქ-ბი წარმოიქმნება უფრო დიდი შესავალი წინააღმდეგობით, რაც საშუალებას იძლევა გადაცემული იქნას მეტი ინფორმაცია. ეს ინფორმაცია ინახება ერთეულოვანი ნეირონის დონეზე სინაფსური ინტეგრაციისას, რადგან უკუგავრცელებადი სხვადასხვა ფორმის პქ-ბი სხვა და სხვანაირად უწევენ შუნტირებას შემავალ პოსტინაფსურ პოტენციალებს და ამრიგად იღებენ მონაწილეობას შემდეგი რაუნდის ქპ აღმოცენებაში. ასევე ნაჩვენებია, რომ პირამიდული ნეირონები ახდენენ შესავალი გამტარებლობის კოდირებას ქპ ფორმაში.

პროექტის მოცემულ ეტაპზე გამოკვლეულია თუ როგორ მონაწილეობს ქპ ფორმა მოლუსკის ნეირონის მიერ ინფორმაციის დამუშავების პროცესში. ამასთანავე ვიკვლევდით ამ დამუშავების განსხვავებებს დასხივებულ და დაუსხივებელ ნეირონებს შორის.

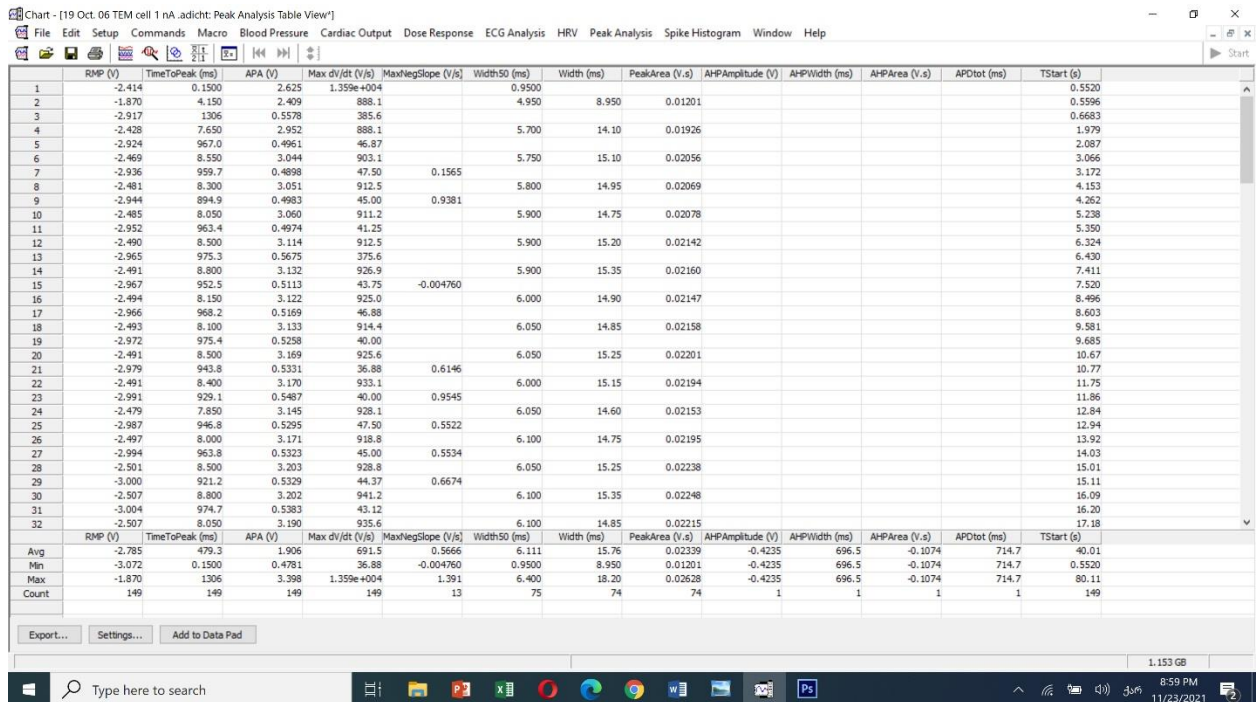
ნეირონის სტიმულაციისათვის ვიყენებდით ხანმოკლე დენის იმპულსებს. უჯრედშიგა სტიმული შედგებოდა მადეპოლარიზებელი დენის იმპულსების ნაკადისაგან. იმპულსეთა ნაკადის სიხშირე იყო 0,9 ჰც. ასეთი სახის უჯრედშიგა მასტიმულირებელი იმპულსთ ნაკადის გამოყენება შეიძლება ჩაითვალოს ნეირონისთვის ინფორმაციის მიწოდების პარადიგმად. ჩაწერები სრულდებოდა PowerLab ML866 მონაცემთა აღების სისტემაზე „Chart 5“ პროგრამული უზრუნველყოფით (ADInstruments Co, Castle Hill, NSW, ავსტრალია).

მასტიმულირებელ იმპულსთა ხანგრლივობა იყო 4 მსკ, რაც რამდენიმეჯერ ნაკლებია ქპ აღმოცენების ლატენტურ პერიოდთან შედარებით. ასეთი სტიმული იწვევს მემბრანის პოტენციალის ხანმოკლე დეპოლარიზაციას. ცხრილში 1 მოცემულია ქპ-ის პარამეტრები, რომლებიც გაზომილია ჩვენს ექსპერიმენტებში. გაზომვები განხორციელდა "Peak Parameters Extention" პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით. ყველა ეს პარამეტრი განისაზღვრა თითოეული ქპ-სთვის, რომელსაც გენერირებს ნეირონი, როგორც პასუხს უჯრედშიგა სტიმულაციაზე. შესაბამისად, თითოეული ექსპერიმენტისთვის ვიღებდით გაზომვებათა პაკეტებს. პაკეტი შეიცავდა: ლატენტური პერიოდების შედეგებს; W20\$, W50\$; W80%; Tr, Tf, Area და სხვა. ლატენტური პერიოდი განისაზღვრება, როგორც დროის ინტერვალი მასტიმულირებელი უჯრედშიგა იმპულსის წინა კიდესა და ქპ-ს აღმოცენებას შორის.

**ცხრილი1. ქმედების პოტენციალის პარამეტრები.**

ქპ სიგანე მოსვენების პოტენციალიდან 20%-ით 50% და 80% აწევს შემდეგ.	W20, W50 W80.
--------------------------------------------------------------------	---------------

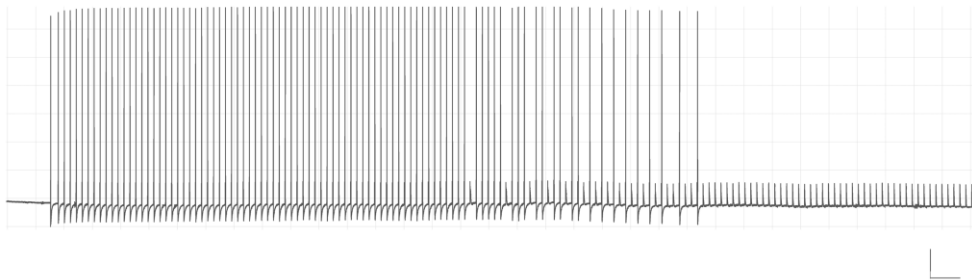
<p>დროის ინტერვალი ორ დონეს შორის (10% სა და 90% შორის) ეკ აღმვალ ფაზაზე.</p>	<p>Tr</p>
<p>დროის ინტერვალი ორ დონეს შორის (90% სა და 10% შორის) ეკ დაღმვალ ფაზაზე. F</p>	<p>Tf</p>
<p>ეკ-ს ფართობი, რომელიც გამოითვლება ეკ ფორმასა და მოსვენების პოტენციალის დონეს შორის.</p>	<p>Area</p>



ცხრილი 2. ქმედების პოტენციალების პარამეტრები, გამოთვლილი პროგრამის მიერ.

როგორც აღვნიშნეთ განსაზღვრული რაოდენობის კვ-ს გენერირების შემდეგ ნეირონი განიცდის ჰაბიტუაციას სტიმულაციის მიმართ. ერთ ერთი ასეთი ნეირონის მიერ გენერირებულ კვ-ბის სხვადასხვა პარამტრი, მოცემულია ცხრილში 2. ამ ცხრილებს აგენერირებს უშუალოდ Chat 5.5-ს პროგრამა “Peak Extention”.

ნეირონის რაქცია უჯრედშიგა დენის იმპულსებზე დამოკიდებულია მასტიმულირებელი იმპულსების ამპლიტუდასა და სიგანეზე. თითოეული ექსპერიმენტის დასაწყისში ვადგენდით ამ იმპულსების ე.წ. კრიტიკული დონის. ეს დონე საკმარისი იყო რათა მემბრანული პოტენციალი მისულიყო ზღურბლამდე და თითოეულ მასტიმულირებელ იმპულსს მხოლოდ ერთი კვ გამოეწვია. იმ იმპულსს კრიტიკული დონე, რომელსაც შეეძლო გამოეწვია კვ საშუალოდ შეადგენდა 0.5 ნა. ამრიგად, ნეირონის რეაქციის ქარგა შედგებოდა შემდეგისაგან: ერთი სტიმული იწვევდა ერთ კვ აღმოცენებას. ნეირონი რეაგირებდა მასტიმულირებელ იმპულსებზე კვ-ბით რაღაც დროის განმავლობაში, ხოლო შემდეგ ყალიბდებოდა ჰაბიტუაცია, რაც კვ გენერირების შეწყვეტაში გამოიხატებოდა. ჰაბიტუაციის დადგომისათვის საჭირო დრო დამოკიდებულია მასტიმულირებელ იმპულსთა ამპლიტუდაზე. თუ ეს ამპლიტუდა ძალიან დიდია შეიძლება ჰაბიტუაციის არც კი ჩამოყალიბდეს. როდესაც ნეირონი სტიმულირებდებოდა კრიტიკულზე ოდნავ მაღალი იმპულსებით მაშინ ჰაბიტუაციის დრო ვარიირებდა ათეული წამებიდან 2-3 წუთამდე. ერთერთი ნეირონის მიჩვევის დინამიკა საილუსტრაციოდ ნაჩვენებია სურათზე 2.

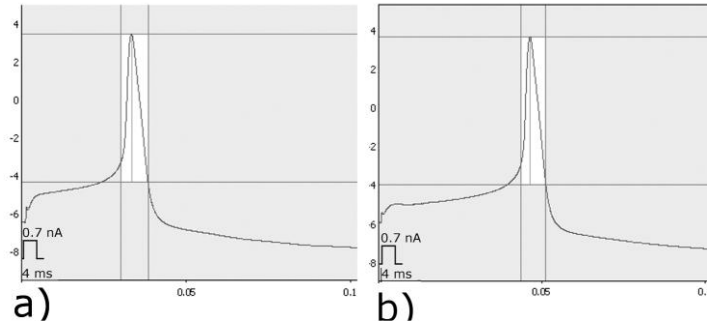


სურათი 2. ნეირონის რეაქციები უჯრედშიგა სტიმულაციაზე და მიჩვევის დინამიკა.

კალიბრება 10 მვ, 5 წმ.

ამ კერძო შემთხვევაში ნეირონი რეაგირებდა სტიმულაციაზე 93 კვ-ით, რის შემდეგაც დამყარდა სრული მიჩვევა. მიჩვევის შემდეგ ჩანაწერებში ვხედავთ მცირე დეპოლარიზებულ არტეფაქტებს კვ-ის ნაცვლად. მასტიმულირებელი იმპულსების ამპლიტუდა იყო 0,7 ნა, ხოლო სიგანე - 4 მსკ. მასტიმულირებელი დენის იმპულსები არ არის ნაჩვენები, რადგან თითოეული ეს იმპულსი იწვევს ერთ კვ-ის აღმოცენებას ან ჩანაწერებზე ერთი არტეფაქტის გამოჩენას. კალიბრება 10 მვ, 5 წმ.

ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ პასუხთა ერთი და იგივე სერიაში კვ ფორმა არ იყო მუდმივი. სურათზე 3 ნაჩვენებია კვ ცვალებადობა სტიმულაციის ნომერთან დაკავშირებით.



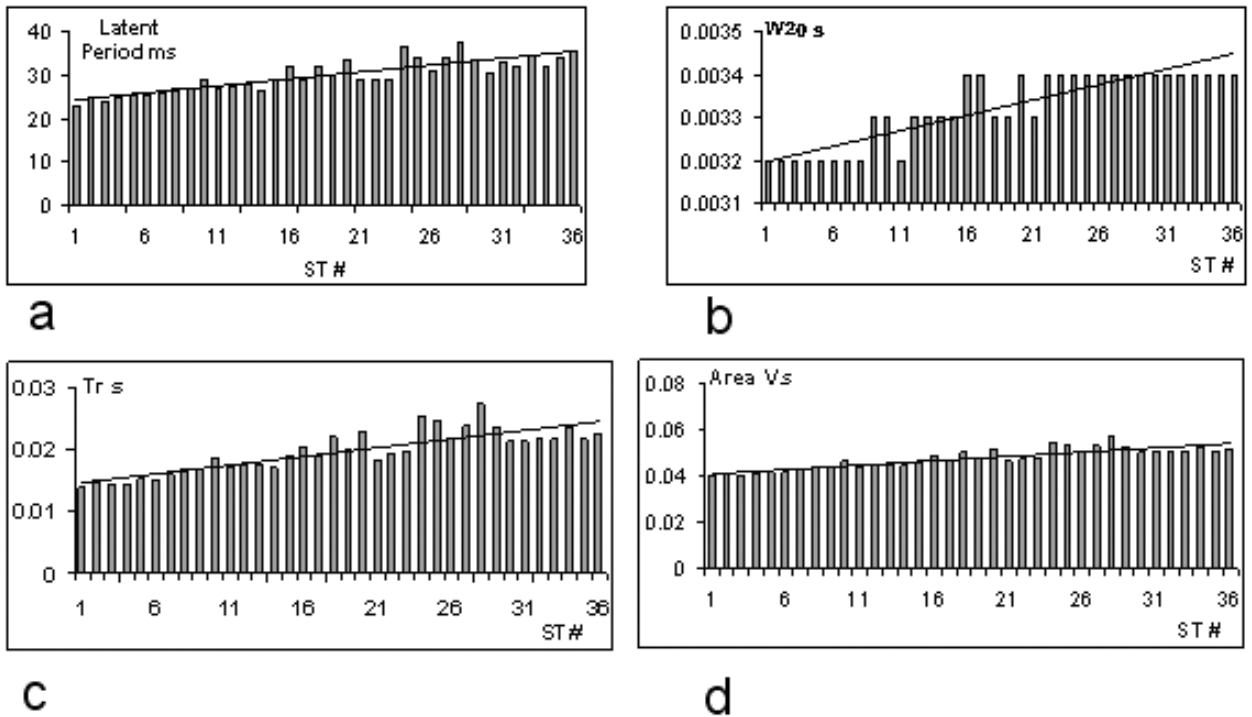
### სურათი 3

ქპ პარამეტრების ცვლილება:

a) ქპ, რომელიც პასუხი იყო პირველ უჯრედშიდა დენის იმპულსზე. ქპ-ის პარამეტრებია: ლატენტური პერიოდი 20,8 ms; W20- 25,6 ms; Tr 1,92 ms; ფართობი 0,106 ვ.ს.

b) ქპ, რომელიც პასუხია მე-10 უჯრედშიდა დენის იმპულსზე. ქპ-ის პარამეტრებია: ლატენტური პერიოდი 33.6 ms; W20 33.6 ms; Tr=2,56 ms; ფართობი 0,135 ვ.ს

მასტიმულირებელი იმპულსის რიგითი ნომრის ზრდასთან ერთად ქპ-ს პარამეტრები იცვლებოდა არარეგულარულად, მაგრამ ამ ცვლილებას ზრდის ტენდენცია ჰქონდა. შეიმჩნევა ლატენტური პერიოდის, W20-ს, Tr-ს და Area-ს ზრდის ტენდენცია. ლატენტური პერიოდის, W20-ს, Tr-ს და Area-ს სტიმულის (და შესაბამისად ქპ) ნომრისაგან ტიპური დამოკიდებულება ერთერთი ნეირონისათვის ნაჩვენებია სურათზე 4.



სურათი 4.

ლატენტური პერიოდისა და AP პარამეტრების დამოკიდებულების მაგალითი მასტიმულირებელი იმპულსის ნომერზე ერთ-ერთი ნეირონისათვის. (ექსპერიმენტები ჩატარდა მრავალ ნეირონზე. თუმცა, მოცემულ ფიგურაში მოცემულია დიაგრამები მხოლოდ ერთი ნეირონისთვის.

a) ლატენტური პერიოდის დამოკიდებულება სტიმულის ნომერზე.

b) W20 დამოკიდებულება სტიმულის ნომერზე.

c) Tr დამოკიდებულება სტიმულის ნომერზე.

d) ფართობის დამოკიდებულება სტიმულის ნომერზე.

გაზომილი პარამეტრების რიცხვითი მნიშვნელობები იცვლება სტიმულის ნომრის მატებასთან ერთად, თუმცა ყველა პარამეტრისთვის შეინიშნება ზრდის სტაბილური ტენდენცია.

გამოყენებული უჯრედშიდა დენის იმპულსების ამპლიტუდა იყო 0,7 ნა, თითოეული ამ იმპულსის ხანგრძლივობა იყო 4 მსკ.

ჩვენთვის საინტერესო იყო დაგვედგინა ინფორმაციის რა რაოდენობას შეიცავენ ქპ პარამეტრები ნეირონის ჰაბიტუაციის შესახებ და როგორ იცვლება აღნიშნული ინფორმაციის რაოდენობა მასტიმულირებელის იმპულსის ნომრის ზრდასთან ერთად. ქპ პოტენციალის თითოეული ამ პარამეტრისათვის წინასწარ უნდა შევარჩიოთ გარკვეული მათემატიკური მოდელი, ვინაიდან საქმე გვაქვს ექსპერიმენტულ გაზომვებთან. ბუნებრივია ჩავთვალოთ, რომ შესაბამისი მათემატიკური მოდელი სტოქასტიკური ხასიათისაა. კერძოდ, პარამეტრების (ლატენტობა, W20, TR, area) გაზომვათა მიმდევრობა ქმნიან ტრენდის მქონე დროით მწკრივებს- (Time series). როგორც შესაბამისმა სტატისტიკურმა გაამოკვლევებმა აჩვენეს (იხ. Appendix ) საკმაოდ კარგ მათემატიკურ მოდელს წარმოადგენს დროითი მწკრივები წრფივი ტრენდით. ამრიგად, სურათზე 4 მოცემულია



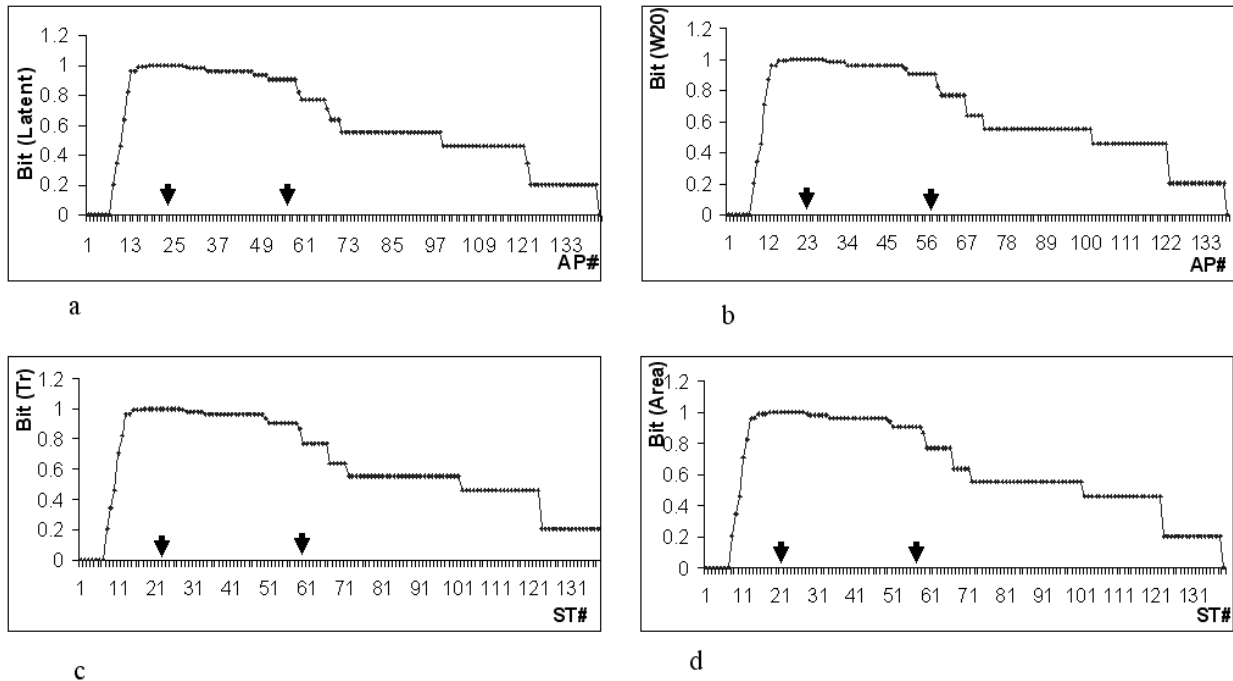
ქმედების პოტენციალების გაზომილი მნიშვნელობების მიმდევრობათა გრაფიკები შესაბამისი წრფივი ტრენდებით.

ჩვენს მიერ ექსპერიმენტულად იქნა გამოთვლილი ინფორმაციის რაოდენობები, რომლებსაც შეიცავენ ქპ პარამეტრები ნეირონის ჰაბიტუაციის შესახებ.

სურათზე 5 a), b), c) და d)-ზე შესაბამისად მოცემულია გამოთვლილი ინფორმაციის რაოდენობის ცვლილების დინამიკა. კერძოდ, განვიხილოთ ქპ-ს ერთ ერთი პარამეტრის ლატენტობის შემთხვევა. შემდეგ ანალოგიური მსჯელობა ჩავატაროთ დანარჩენი პარამეტრების მიმართ.

როგორც ცნობილია ინფორმაციის თეორიიდან [Yaglom 1983], უნდა გამოვითვალოთ ინფორმაციის რაოდენობა (ე.წ. mutual information) რომელსაც შეიცავს ერთი შემთხვევითი ექსპერიმენტი მეორე შემთხვევითი ექსპერიმენტის შესახებ. ჩვენს შემთხვევაში პირველი შემთხვევითი ექსპერიმენტი (დავარქვათ მას  $\alpha$ -ექსპერიმენტი) მდგომარეობს ლატენტობის ყოფაქცევის დადგენაში თვისი ტრენდის მიმართ. ხოლო მეორე შემთხვევითი ექსპერიმენტი (აღვნიშნოთ იგი  $\beta$ -თი) არის ჰაბიტუაციის მდგომარეობის დადგენის ექსპერიმენტი (იხ. Appendix). სურათზე 5a - აბსცისათა ღერძზე გადაზომილია მასტიმულირებელ იმპულსთა ნომრები, ხოლო ორდინატთა ღერძზე გადაზომილია ინფორმაციის რაოდენობა რომელსაც შეიცავს  $\alpha$ -ექსპერიმენტი  $\beta$ -ექსპერიმენტის შესახებ, ანუ ნეირონის ჰაბიტუაციის შესახებ. შესაბამისად სურათებზე 5 b, 5c და 5d -ზე ასახულია ინფორმაციის რაოდენობის ყოფაქცევა ქპ-ის დანარჩენი პარამეტრებისათვის W20 ,TR-ს და area-თვის. ვინაიდან ჩვენს მიერ გამოკვლეული ნეირონებისათვის ჰაბიტუაცია დგებოდა დროის გარკვეულ მომენტებში და ეს მომენტები ექსპერიმენტში მონაწილე ნეირონებისათვის სხვადასხვა იყო, ამიტომ ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად მივიღეთ ჰაბიტუაციის დადგომის მომენტების რიცხვითი მიმდევრობები, ანუ დაკვირვებული სტატისტიკური მინაცემები. თვით ჰაბიტუაციის დადგომის მომენტი შეიძლება განვიხილოთ როგორც შემთხვევითი სიდიდე, რომლის თეორიული საშუალო მნიშვნელობა უცნობია. ექსპერიმენტული მონაცემებიდან გამომდინარე ამ უცნობი საშუალო მნიშვნელობისათვის 99%-იანი ნდობის ინტერვალი ასეთია: (22,45-57,49). თუ დავაკვირდებით ქვემოთ მოცემულ 5a-5d სურათებს, აბსცისათა ღერძზე მონიშნულია 22,45-57,49 ნდობის ინტერვალი. და ამ ინტერვალში ინფორმაციის რაოდენობა ამაქსიმუმია და შემდეგ იწყებს კლებას. შეიძლება ითქვას, რომ ნეირონი ვეღარ ღებულობს „ახალ“ ინფორმაციას. ინფორმაციის რაოდენობა კლებულობს და ნეირონი იღებს „გადაწყვეტილებას“ ჰაბიტუაციის დადგომის შესახებ.





სურათი 5.

ინფორმაციის დამოკიდებულება სტიმულის ნომერზე:

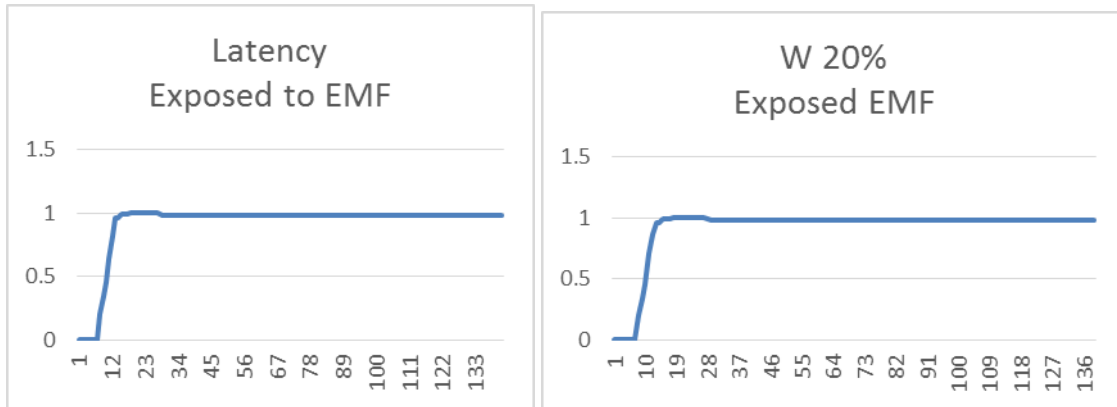
- ლატენტური პერიოდი
- W20;
- Tr,
- ფართობი.

ისრებს შუა არეები შეესაბამება 99% ნდობის ინტერვალს, რომელშიც მოდის შემთხვევითი ცვლადების საშუალო თეორიული მნიშვნელობები და ინფორმაციის ოდენობის შესაბამისი მნიშვნელობები.

ექსპერიმენტების მომდევნო სტადიაზე ნეირონები დაექვემდებარნენ 1800 მგჰც და 5 გჰც ელექტრომაგნიტურ ველებში დასხივებას TEM CELL-ში.

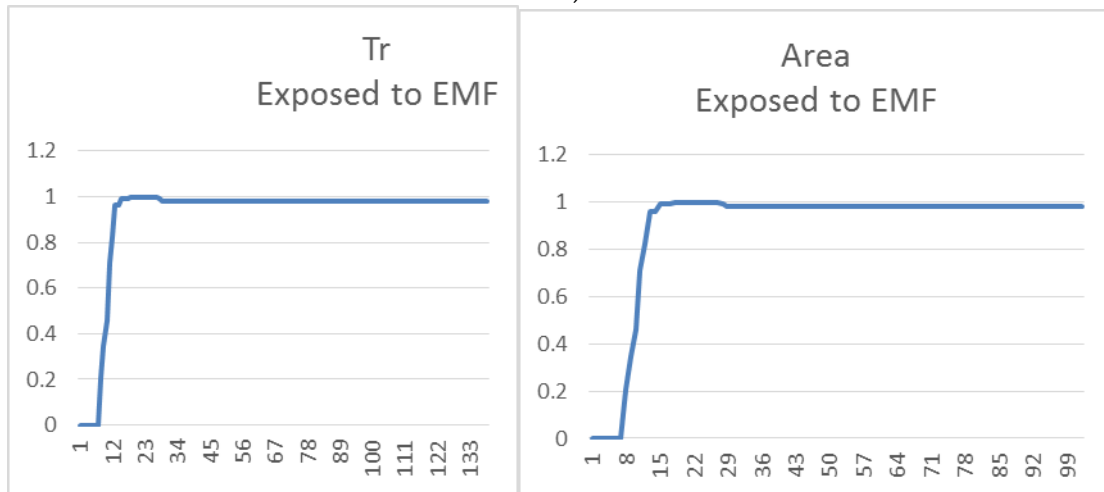
უნდა აღინიშნოს, რომ ამ შემთხვევაში ქმედების პოტენციალის აღმოცენების საშუალო ზღურბლი გაიზარდა და შეადგინა 1.5 ნა. ამ შემთხვევაშიც თითოეულ ექსპერიმენტში ერთი მასტიმულირებელი დენის 4 მსკ ხანგრძლივობის იმპულსი იწვევდა 1 კპ აღმცენებას. აღსანიშნავია, რომ გახანგრძლივდა ჰაბიტუაციის აღმოცენებისათვის საჭირო დრო. ექსპერიმენტების ამ სერიაში, დაუსხივებელი (ანუ საკონტროლო) ნეირონების მსგავსად გამოთვლილ იქნა ინფორმაციის ის რაოდენობა, რომელსაც შეიცავენ კპ პარამეტრები ნეირონის ჰაბიტუაციის შესახებ და ასევე დადგენილ იქნა აღნიშნული ინფორმაციის რაოდენობის ცვალებადობა მასტიმულირებელის იმპლსის ნომრის ზრდასთან ერთად.

სურათზე 6 ა ბ, გ დ ნაჩვენებია პარამეტრების: ლატენტური პერიოდის, W20%-ის Tr-ს და Area-ს შესაბამისი ინფორმაციის რაოდენობის სტიმულის ნომერზე დამოკიდებულებათა გრაფიკები:



ა)

ბ)



გ)

დ)

სურათი 6.

ა) ინფორმაციის სტიმულის ნომერზე დამოკიდებულების გრაფიკი ლატენტური პერიოდისათვის.

ბ) ინფორმაციის სტიმულის ნომერზე დამოკიდებულების გრაფიკი W20%-თვის.

გ) ინფორმაციის სტიმულის ნომერზე დამოკიდებულების გრაფიკი Tr-სათვის

დ) ინფორმაციის სტიმულის ნომერზე დამოკიდებულების გრაფიკი Area-თვის.

როგორც სურათზე 6 ნაჩვენებია გრაფიკებიდან ჩანს მეათემდე სტიმულამდე ინფორმაციის რაოდენობა აღწევს თვის მაქსიმუმს რის შემდეგაც ყალიბდება პლატო. შეიძლება ითქვას, რომ მე-10 სტიმულის შემდეგ ნეირონისათვის თითოეული სტიმული შეიცავს „ახალ“ ინფორმაციას, ამიტომ ამ ინტერვალში ნეირონი ვერ იღებს „გადაწყვეტილებას“ ჰაბიტუაციის დადგომის შესახებ.

ცალკეული ნეირონის მიერ შესრულებული ოპერაციები შეიძლება განხილულ იქნას როგორც ალგორითმის ნაბიჯები ან გამოთვლები [Koch 2000]. ნეირონის როლი ამ გამოთვლებში კონცეპტუალურად მოიცავს მას არა მატო როგორც ზღურბლოვან ელემენტს, არამედ როგორც რთულ პროცესორს, რომელშიც შერეულია ანალოგურ-ციფრული ლოგიკა და უადრესად მაღალი ადაპტური სინაფსური ელემენტები. აღნიშნული ადაპტაციის ერთერთი ფორმაა ჰაბიტუაცია. ჰაბიტუაცია განიხილება როგორც არასოცირებული სწავლების ერთერთი ფორმა (Kandel 1976).

ნეირონის ჰაბიტუაცია არ შემოისაზღვრება მხოლოდ სინაფსებით. უჯრედშიგა სტიმულაციაზე მიჩვევა შეიძლება განხილულ იქნას როგორც არა-სინაფსური ჰაბიტუაციის ერთერთი ფორმა. უჯრედშიგა სტიმულების მიმართ ჰაბიტუაცია შეიძლება განვიხილოთ, როგორც სწავლების მოდელი (პარადიგმა) ერთეულოვანი ნეირონის დონეზე (Kandel 1976).

ნეირონის ასეთი ქცევა შეიძლება განხილულიქნას როგორც მის მიერ ინფორმაციის გადამუშავება. ეს მოსაზრება შეიძლება გამყარებულ იქნას შემდეგი მსჯელობით:

ნეირონს სიგნალები უმეტესწილად გადაეცემა ანალოგური ფორმით პოსტსინაფსური პოტენციალების სახით. გამარტივებულ შემთხვევაში შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ერთი აპსპ იწვევს ერთ ქპ აღმოცენებას. მასასადამე, ჩვენი სტიმულაცია შეიძლება განვიხილოთ როგორც ნეირონისათვის ინფორმაციის გადაცემის მოდელი.

ექსპერიმენტებმა გვიჩვენეს, რომ დაუსხივებელი ნეირონებისათვის ჰაბიტუაციის პროცესში ქპ-ს პარამეტრები არაა მუდმივი. ჩვენ ექსპერიმენტულად გამოვთვალეთ ინფორმაციის რაოდენობა, რომელსაც შეიცავს ნეირონის ქპ-ს პარამეტრები ჰაბიტუაციის დადგომის შესახებ. პარამეტრებისთვის დაიშორება ერთი და იგივე შედეგი: კერძოდ, მასტიმულირებელი იმპულსების თანამიმდევრული მიწოდებისას, გარკვეული პერიოდის განმავლობაში ნეირონის მიერ „აღქმული“ ინფორმაციის რაოდენობა იზრდება გარკვეულ კრიტიკულ ზღვრამდე, ხოლო შემდგომ მასტიმულირებელ იმპულსებს მისთვის აღარ მოქავთ ახალი ინფორმაცია. შესაბამისად ინფორმაციის რაოდენობა იწყებს კლებას და ნეირონი „იღებს გადაწყვეტილებას“ შეწყვიტოს საპასუხო ქმედების პოტენციალთა გამომუშავება (იხ. Appendix).

უჯრედშიგა სტიმულის მიმართ მიჩვევა შეიძლება მოიცავდეს ნეირონის ისეთ პარამეტრებს, როგორებიცაა ქმედების პოტენციალის პარამეტრები და ლატენტური დრო. ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ ლატენტური პერიოდი და ქპ პარამეტრები განიცდიან გაფართოებას. დასახელებული პარამეტრების ცვლილების ტენდენცია, კერძოდ ზრდადობა, დასტურდება ჰიპოთეზათა შემოწმების შესაბამისი სტატისტიკური პროცედურებით. თითოეული ამ პარამეტრის ცვლილებას დროში (იგულისხმება პარამეტრების ცვლილება მიწოდებული იმპულსების ნომერზე დამოკიდებულებით) საკმაოდ კარგად აღწერს დროითი მწკრივი წრფივი ტერნდით:

$$Y(t) = \alpha + \beta t + \epsilon(t)$$

სადაც  $\alpha$  და  $\beta$  მუდმივი პარამეტრებია,  $t$  დროითი ცვლადია, (მიწოდებული გამაღიზიანებელის ნომერი), ხოლო  $\epsilon(t)$  შემთხვევითი მდგენელია ნულოვანი მატემატიკური ლოდინით.  $Y(t)$  შეიძლება იყოს ლატენტური პერიოდი,  $W20$ ,  $Tr$  ან  $Area$ . როგორც სტატისტიკური ჰიპოთეზათა შემოწმების შესაბამისი პროცედურები ადასტურებენ (იხ. appendix) ჰაბიტუაციის დადგომამდე ყველა შემთხვევაში ნახსენებ პარამეტრს აქვს ზრდის ტენდენცია. შეიძლება დავასკვნათ, რომ ინფორმაციის „გადამუშავების“ პროცესში მონაწილეობენ ის მექანიზმები, რომლებიც პასუხისმგებელნი არიან  $W20$ ,  $Tr$ ,  $Area$  წარმოებაში. ესენი, კი როგორც კარგად არის ცნობილი არიან ნატრიუმისა და კალციუმის შემავალი დენები.

სპეკულატიური მექანიზმი უჯრედშიგა სტიმულაციაზე ჰაბიტუაციის შესახებ შეიძლება ასე წარმოვიდგინოთ: მასტიმულირებელ იმპულსთა ყოველი განმეორებითი მიწოდება იწვევს

მემბრანული წინააღმდეგობის გაზრდას გამლიზიანებელი მიკროელექტროდის წვერთან. ეს თავის მხრივ ამცირებს მემბრანული პოტენციალის იმ დეპოლარიზაციულ წანაცვლებას, რომელიც გამოწვეულია უჯრედშიგა იმპულსის მიწოდებით. შედეგად მცირდება დეპოლარიზაციის გავრცელების ინტენსივობა, რომელიც მიედინება გალიზიანების ადგილიდან ნეირონის აქსონურ ბორცვისაკენ, სადაც მოთავსებულია ქპ-ს გენერირების ტრიგერული ზონა. ეს კი თავის მხრივ იწვევს ლატენტური პერიოდის გაზრდას, რაც განაპირობებს ნეირონის მიჩვევას უჯრედშიგა სტიმულების მიმართ.

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ნეირონის დასხივება სმოგის მსგავსი ელექტრომაგნიტური ველით იწვევს ნეირონის მემრანის წინააღმდეგობის გაზრდას და შესაბამისად იონური დენების ცვლილებას, რისი შედეგიცაა ჩვენს მიერ გამოკვლეული ინფორმაციის დინამიკის ცვლილება.

## Appendix

ვინაიდან ქპ ყველა დასახელებული პარამეტრის (ლატენტობის პერიოდი  $W20$ ,  $Tr$ ,  $Area$ ) ცვლილების დასახასიათებლად ვიყენებთ ერთი და იგივე ტიპის მათემატიკურ მოდელს - ე.წ. დროით მწკრივს წრფივი ტრენდით, ამიტომ აღნიშვნების გამარტივების მიზნით განვიხილოთ ლატენტური პერიოდის ცვლილების მათემატიკური მოდელი.

$$Y(t) = a + bt + \varepsilon(t), \quad (1)$$

სადაც  $t$  – მიწოდებული გამალიზიანებელი იმპულსის ნომერია, (დროითი ცვლადია),  $a$  და  $b$  მუდმივი პარამეტრებია, ხოლო  $\varepsilon(t)$  შემთხვევითი მდგენელია ნულოვანი მათემატიკური ლოდინით.

ექსპერიმენტები ტარდებოდა სტატისტიკურად საიმედო რაოდენობის რაოდენობის ნეირონებზე. შესაბამისად ლატენტური პერიოდი იზომებოდა ცდათა სტატისტიკურად საიმედო რაოდენობის სერიაში. (1) მოდელიდან გამომდინარე

$i$  – რი სერიისათვის ( $i$  – რი ნეირონისათვის) გაზომვის შედეგები ჩაიწერება ასე:

$$Y_i(t) = a_i^* + b_i^*t + \varepsilon_i(t), \quad i = 1, 2, \dots, 32,$$

სადაც  $a_i^*$  და  $b_i^*$  უცნობი  $a$  და  $b$  კოეფიციენტების სტატისტიკური შეფასებებია.

როგორც ცნობილია  $a_i^*$  და  $b_i^*$  მოიცემა ფორმულებით:

$$b_i^* = \frac{\sum_{t=1}^{m_i} t Y_i(t) - m_i \cdot \left(\frac{1+m_i}{2}\right) \bar{Y}_i}{\sum_{t=1}^{m_i} t^2 - m_i \cdot \left(\frac{1+m_i}{2}\right)^2}, \quad (2)$$

$$a_i^* = \bar{Y}_i - \frac{1+m_i}{2} b_i^*, \quad (3)$$

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{m_i} \sum_{t=1}^{m_i} Y_i(t), \quad (4)$$

ხოლო  $m_i$  არის ჰაბიტუაციის დადგომის მომენტი  $i$  - რი ნეირონისათვის.

პირველ როგში, სტატისტიკური მეთოდებით შესამოწმებელია არჩეული (1) მოდელის ადექვატურობა.

წრფივი ტრენდისათვის შემოვიღოთ აღნიშვნა  $X(t) = a + bt$ . შესაბამისად  $i$  - რი ნეირონის შესაბამისი დაკვირვებული მონაცემებისათვის (ამ შემთხვევაში ლატენტური პერიოდისათვის) გვექნება აღნიშვნები  $X_i^*(t) = a_i^* + b_i^* t$ ,  $i = 1, 2, \dots, 32$ .

(1) მოდელის ადექვატურობის შესამოწმებლად განვიხილოთ სხვაობა  $\varepsilon(t) = Y(t) - X(t)$  და დავსვათ ჰიპოთეზათა შემოწმების ასეთი ამოცანა:

$H_0$ :  $E\varepsilon(t) = 0$  (ძირითადი ჰიპოთეზა)

$H_1$ :  $E\varepsilon(t) \neq 0$  (ალტერნატიული ჰიპოთეზა)

სადაც  $E\varepsilon(t)$  მათემატიკური ლოდინია  $t$  - თვის.

ჰიპოთეზათა შემოწმების პროცედურის (ე.წ.  $t$  - ტესტი) ჩასატარებლად ყოველი  $i$  - რი ნეირონისათვის განვიხილოთ სხვაობები  $\varepsilon_i^*(t) = Y_i(t) - X_i^*(t)$ ,  $t = 1, 2, \dots, m_i$  და ამს სხვაობებისაგან

შედგენილი არითმეტიკული საშუალოები:  $\bar{\varepsilon}_i^* = \frac{1}{m_i} \sum_{t=1}^{m_i} \varepsilon_i^*(t)$ . მივიღებთ სტატისტიკას  $\bar{\varepsilon}_1^*, \bar{\varepsilon}_2^*, \dots, \bar{\varepsilon}_{32}^*$ .

კრიტერიუმის სტატისტიკის როლში ავიღოთ ასეთი სტატისტიკა  $T = \frac{\bar{\varepsilon}^*}{S} \sqrt{32}$  (ე.წ.  $t$  - სტატისტიკა)

ვსარგებლობთ სტანდარტული ნორმალური განაწილების ცხრილებით:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{32} \sum_{k=1}^{32} \bar{\varepsilon}_k, \text{ da } S = \left( \frac{1}{31} \sum_{k=1}^{32} (\bar{\varepsilon}_k)^2 - \frac{32}{31} (\bar{\varepsilon})^2 \right)^{1/2}.$$

სადაც შესაბამისი გამოთვლების შედეგად ლატენტური პერიოდისათვის ვღებულობთ, რომ

$t$  -სტატისტიკის რიცხვითი მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $T = -0,199$ , ხოლო  $P$  -მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $P = 0,846$ .

ვინაიდან ზემოთ მოყვანილი (1) მათემატიკური მოდელი გამოვიყენეთ ქმედების პოტენციალის სხვა პარამეტრებისათვისაც, ამიტომ შესაბამისი გამოთვლების ჩატარების შედეგად მივიღეთ:

1) W20-თვის  $t$  -სტატისტიკის რიცხვითი მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $T = -0,474$ , ხოლო  $P$  - მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $P = 0,64$ .

2) Tr -თვის  $t$  -სტატისტიკის რიცხვითი მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $T = -0,531$ , ხოლო  $P$  - მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $P = 0,6$ .

3) Area-თვის  $A$   $t$  -სტატისტიკის რიცხვითი მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $T = -0,232$ , ხოლო  $P$  - მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $P = 0,82$ .

როგორც ვხედავთ, ეს პარამეტრისათვის  $P$  მნიშვნელობები საკმაოდ დიდი რიცხვებია. აქედან გამომდინარე, შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ არცერთი ამ პარამეტრისათვის  $H_0$  ჰიპოთეზის უარყოფის საფუძველი არ გვაქვს. ეს თვის მხრივ ნიშნავს, რომ ამ პარამეტრისათვის სავსებით გამართლებულია დროითი მწკრივის (1) მათემატიკური მოდელის გამოყენება.

ახლა შეგვიძლია გადავიდეთ იმ სტატისტიკური ჰიპოთეზის შემოწმებაზე, რომელიც დაგვისდასტურებს, რომ ჰაბიტუაციის დადგომამდე ქმედების პოტენციალის ოთხივე პარამეტრს ზრდის ტენდენცია აქვთ. იმისთვის რომ არ მოხდეს შესაბამისი ფრომულების გადატვირთვა მრავალი ინდექსით, ისევე, როგორც ზემოთ, სტატისტიკურ ჰიპოთეზათა შემოწმების პროცედურა (ე.წ.  $t$  ტესტი) სრული სახით ჩავატაროთ ლატენტური პერიოდისათვის. დანარჩენი სამი პარამეტრისათვის  $t$  ტესტი ანალოგიურად გამოიყენება.

ყოველი  $i$  - რი ნეირონისათვის მე-2 ფორმულით გამოვთვალოთ (1) ფორმულაში შემავალი უცნობი  $b$  კოეფიციენტების სტატისტიკური შეფასებები  $b_i^*$ . შედეგად მივიღებთ სტატისტიკას:  $b_1^*, b_2^*, \dots, b_{32}^*$ . ამ ატატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით უნდა შემოწმდეს ასეთი სტატისტიკური ჰიპოთეზები:

$H_0: b = 0$  (ძირითადი ჰიპოთეზა)

$H_1: b > 0$  (ალტერნატიული ჰიპოთეზა)

ცხადია ალტერნატიული ჰიპოთეზა ნიშნავს, რომ ტრენდის წრფე ზრდადია.  $t$  -ტესტის გამოსაყენებლად უნდა გამოვთვალოთ ე.წ  $t$  - სტატისტიკის რიცხვითი მნიშვნელობა.

$$T = \frac{\bar{b}^*}{S} \sqrt{32}, \text{ სადა } \bar{b}^* = \frac{1}{32} \sum_{k=1}^{32} b_k^* \text{ და } S = \left( \frac{1}{31} \sum_{k=1}^{32} (b_k^*)^2 - \frac{32}{31} (\bar{b}^*)^2 \right)^{1/2}.$$

შესაბამისი გამოთვლების შედეგად ლატენტური პერიოდისათვის ვღებულობთ, რომ  $t$  - სტატისტიკის რიცხვითი მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $T = 2,77$ , ხოლო  $P$  - მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $P = 0,003$ .

ანალოგიური გამოთვლების ჩატარების შედეგად ქვ დანარჩენი სამი პარამეტრისათვის მივიღებთ:

1) W20-თვის  $t$  -სტატისტიკის რიცხვითი მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $T = 3,254$ , ხოლო  $P$  - მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $P = 0,0001$ .

2) Tr  $t$  -სტატისტიკის რიცხვითი მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $T = 2,498$ , ხოლო  $P$  - მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $P = 0,007$ .

3) Area  $t$  -სტატისტიკის რიცხვითი მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $T = 3,07$ , ხოლო  $P$  - მნიშვნელობა მიახლოებით ტოლია  $P = 0,002$ .

როგორც ვხედავთ ოთხივე პარამეტრისათვის  $P$  მნიშვნელობები იმდენად მცირე რიცხვებია, რომ  $H_0$  ჰიპოთეზა უნდა ვუარყოთ და შესაბამისად მივიღოთ  $H_1$  ჰიპოთეზა. მაშაადამე შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ჰიპოთეზის დადგომამდე ქვ აღმწერ ოთხივე პარამეტრს ზრდი ტენდენცია აქვთ.

ახლა გადავიდეთ ინფორმაციის გამოთვლის პროცედურაზე. შემოვიღოთ აღნიშვნები:

მასტიმულირებელ იმპულსზე ნეირონის ქვ რომელიმე პარამეტრის (ლატენცია, Tr, W20% Area) თავისივე ტრენდის მიმართ მდებარეობის (ტრენდის ზემოთ ან ქვემოთ მდებარეობა) განმსაზღვრელი ექსპერიმენტი (გაზომვის შედეგი) აღვიშვით  $\alpha$  -თი, ხოლო ჰიპოთეზის დადგომის დადგენის ექსპერიმენტი (გაზომვის შედეგი - ვსინჯავთ დადგა თუ არა ჰიპოთეზა) აღვიშვით  $\beta$  -თი.

$I(\alpha, \beta) = H(\beta) - H_\alpha(\beta)$  არის ინფორმაციის რაოდენობა რომელსაც შეიცავს  $\alpha$ -ექსპერიმენტი  $\beta$ -ექსპერიმენტის შესახებ [Yaglom 1983]. აქ  $H(\beta)$  არის  $\beta$ -ექსპერიმენტის ენტროპია, ხოლო  $H_\alpha(\beta)$  - კი არის  $\beta$ -ექსპერიმენტის პირობითი ენტროპია  $\alpha$ -ექსპერიმენტის მიმართ. ცნობილია, რომ

$H(\beta) = -P(B_1)\log_2 P(B_1) - P(B_2)\log_2 P(B_2)$ , სადაც  $B_1$  არის ხდომილება იმისა, რომ ჰაბიტუაცია არის, ხოლო  $B_2$  კი -ჰაბიტუაცია არ არის. შესაბამისად

$$H_\alpha(\beta) = P(A_1)H_{A_1}(\beta) + P(A_2)H_{A_2}(\beta)$$

სადაც  $H_{A_i}(\beta) = -P_{A_i}(B_1)\log_2 P_{A_i}(B_1) - P_{A_i}(B_2)\log_2 P_{A_i}(B_2)$ ,  $i = 1, 2$ .

აქ  $A_1$  არის ხდომილება იმისა, რომ ქპ-ის მოცემული პარამეტრის რიცხვითი მნიშვნელობა ტრენდის ზემოთაა, ხოლო  $A_2$  კი ხდომილება იმისა, რომ პარამეტრის რიცხვითი მნიშვნელობა ტრენდის ქვემოთაა.

ჩვენი ექსპერიმენტების შემთხვევაში ინფორმაციის რაოდენობა დამოკიდებულია მასტიმულირებელი იმპულსის ნომერზე  $n$ -ზე. ამიტომ  $I(\alpha, \beta)$ -ს ნაცვლად დავწერთ  $I_n(\alpha, \beta)$ -გვანტერესებს ინფორმაციის რაოდენობის ყოფაქცევა  $n$ -ის ზრდასა.

ზემოთ მოცემული  $P(A_i), P(B_i), P_{A_i}(B_j), i, j = 1, 2$  ალბათობების ექსპერიმენტული გამოთვლების შედეგად ვღებულობთ  $I_n(\alpha, \beta)$  ინფორმაციის რაოდენობისათვის შემდეგ გრაფიკებს (აბსცისათა ღერძზე გადაზომილია მასტიმულირებელი იმპულსების ნომრები, ხოლო ორდინატა ღერძზე გადაზომილია  $I_n(\alpha, \beta)$  ინფორმაციის რაოდენობების რიცხვითი მნიშვნელობები. როგორც ამ გრაფიკებიდან ჩანს, ინფორმაციის რაოდენობა იზრდება გარკვეულ მომენტამდე, ხოლო შემდეგ იწყებს კლებას და, შესაბამისად, ნეირონი ვარდება ჰაბიტუაციის მდგომარეობაში. შეიძლება ითქვას, რომ გარკვეული ნომრის მქონე მასტიმულირებელი იმპულსის შემდეგ ნეირონისათვის „ახალი“ არაფერი ხდება, ინფორმაციის რაოდენობა კლებულობს, ნეირონი ეჩვევა ამ ვითარებას და საბოლოოდ განიცდის ჰაბიტუაციას.

## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით — არა

1.

2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.



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

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

3.1.

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

3.2.

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები — არა

4.1.

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

4.2.

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები: — არა

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1.

2.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

### ***ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)***

### 6.2. სახელმძღვანელოები — არა

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

### ***ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)***

### 6.3. კრებულები — არა

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.2. სახელმძღვანელოები — არა

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.3. კრებულები — არა

1) ავტორები

1.

2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.4. სტატიები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში — არა

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

8. 2. უცხოეთში — არა

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.

2.

2) მოხსენების სათაური

1.

2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1.

2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

## გამოთვლითი ტექნიკის ელემენტებისა და ნანომასალების განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ნანომასალების მისაღებად ახალი ტექნოლოგიური მეთოდების შემუშავება და დახვეწა (ნანოტექნოლოგია),

2. ფუნქციონალიზირებული მაგნიტური ნანონაწილაკების თერაპიული ზემოქმედების შეფასება სარძევე ჯირკვლის სიმსივნურ უჯრედებზე (ინჟინერია და ტექნოლოგიები, ნანოტექნოლოგია, ნანომედიცინა).

3. მულტიფუნქციონალური მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზი ქიმიური თანადალექვის მეთოდით (ინჟინერია და ტექნოლოგიები, ნანოტექნოლოგია).

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2021-2023

2. 2021-2023

3. 2021-2023

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. დ.ჯიშიაშვილი — პროექტის ხელმძღვანელი, ნანომასალების თვისებების ანალიტიკური მეთოდებით კვლევა; ზ.შიოლაშვილი — ნანომასალების მიღება, ნ.მახათაძე — ნანომასალების მიღება, ა.ჯიშიაშვილი — ნანომასალების მიღება, ტრანსმისიული ელექტრონული მიკროსკოპია, ა.ჭირაქაძე — ნანომასალების მიღება მიკროტალღური ტექნოლოგიებით, თვისებების კვლევა; ხ.წეროძე — ნანომასალების მიღება ქიმიური მეთოდებით; თ.გაგნიძე — ნანომასალების სტრუქტურისა და მორფოლოგიის კვლევა, რასტრული ელ.მიკროსკოპია, რენტგენული დიფრაქცია.

2. შალვა კეკუტია — ხელმძღვანელი, ჯ. მარხულია, ვ. მიქელაშვილი, ლ. სანებლიძე, ნ. ჩხაიძე, რ. კობრიძე, ნ. მაისურაძე — შემსრულებლები

3. შალვა კეკუტია — ხელმძღვანელი, ჯ. მარხულია, ვ. მიქელაშვილი, ლ. სანებლიძე, ნ. ჩხაიძე, რ. კობრიძე, ნ. მაისურაძე — შემსრულებლები

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ნანომასალების მისაღებად ახალი ტექნოლოგიური მეთოდების შემუშავება და დახვეწა (ნანოტექნოლოგია)

2. ფუნქციონალიზირებული მაგნიტური ნანონაწილაკების თერაპიული ზემოქმედების შეფასება სარძევე ჯირკვლის სიმსივნურ უჯრედებზე (ინჟინერია და ტექნოლოგიები, ნანოტექნოლოგია, ნანომედიცინა).



3. მულტიფუნქციონალური მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზი ქიმიური თანადალექვის მეთოდით (ინჟინერია და ტექნოლოგიები, ნანოტექნოლოგია).

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021–2023

2. 2021–2023

3. 2021–2023

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. დ.ჯიშიაშვილი — პროექტის ხელმძღვანელი, ნანომასალების თვისებების ანალიტიკური მეთოდებით კვლევა; ზ.შიოლაშვილი — ნანომასალების მიღება, ნ.მახათაძე — ნანომასალების მიღება, ა.ჯიშიაშვილი — ნანომასალების მიღება, ტრანსმისიული ელექტრონული მიკროსკოპია, ა.ჭირაქაძე — ნანომასალების მიღება მიკროტალღური ტექნოლოგიებით, თვისებების კვლევა; ხ.წეროძე — ნანომასალების მიღება ქიმიური მეთოდებით; თ.გაგნიძე — ნანომასალების სტრუქტურისა და მორფოლოგიის კვლევა, რასტრული ელ.მიკროსკოპია, რენტგენული დიფრაქცია.

2. შალვა კეკუტია — ხელმძღვანელი, ჯ. მარხულია, ვ. მიქელაშვილი, ლ. სანებლიძე, ნ. ჩხაიძე, რ. კობრიძე, ნ. მაისურაძე — შემსრულებლები

3. შალვა კეკუტია — ხელმძღვანელი, ჯ. მარხულია, ვ. მიქელაშვილი, ლ. სანებლიძე, ნ. ჩხაიძე, რ. კობრიძე, ნ. მაისურაძე — შემსრულებლები

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. პროექტის მიხედვით გათვალისწინებული იყო ნანომასალათა მიღების ტექნოლოგიების შემუშავება. სამუშაოები ორი ძირითადი მიმართულებით მიმდინარეობდა. პირველი მიმართულებით შეიქმნა ნანომასალათა მიღების პირობითი ტექნოლოგია, რომელიც ეფუძნება ამონიუმის ქლორიდის თერმული დაშლის პროდუქტების არეში ნანომასალების მიღებას. კვლევამ გვიჩვენა, რომ დაშლის პროდუქტებში (აირადი HCl და NH<sub>3</sub>) ხდება თუთიის ჟანგთან ურთიერთქმედება, რის შედეგადაც მიიღება წყლის მოლეკულები და თუთიის ქლორიდი ZnCl<sub>2</sub>, რომელიც ადვილად აქროლადია და გადააქვს ფუძემრეზე თუთია. წყლის ორთქლთან ურთიერთქმედებისას სილიციუმის ფუძემრეზე იზრდებოდა თუთიის ოქსიდის (ZnO) ნანოკრისტალები. გარდა აღნიშნულისა, ჩვენ მოვახდინეთ ტექნოლოგიის შემდგომი გაუმჯობესება, რაც გამოიხატა ასაორთქლებელ წყარო მასალაში ამონიუმის ქლორიდის, თუთიის ოქსიდისა და ლითონური თუთიის ფხვნილების ისეთი რაოდენობით დოზირებაში, რომელიც იწვევდა ზრდის პროცესში გარკვეული ეტაპების წარმოქმნას. კერძოდ – ამონიუმის ქლორიდი (0.8 გ) მთლიანად იშლებოდა 410°C ტემპერატურაზე 40 წთ–ს განმავლობაში (პირველი ეტაპი), თუთია (0,4 გ) – მთლიანად სუბლიმირებდა 70 წუთის განმავლობაში (მეორე ეტაპი). მესამე ეტაპზე ხდებოდა წინა ორ ეტაპზე ფუძემრეზე მიღებული ნანომასალის გამოწვა ნარჩენი აირის ატმოსფეროში, რომლის წნევა 400 ტორ–ს შეადგენდა. აღნიშნული ტექნოლოგიის მეშვეობით მიღებული იქნა მრავალფენოვანი სტრუქტურა, რომელშიაც ხდებოდა ZnO–ს ნანოკრისტალებით ლეგირებული თუთიის 100–200 ნმ სისქის ათობით ფენის მონაცვლეობა. აღნიშნული სახის ფენოვანი სტრუქტურა შეიძლება გამოყენებული იყოს პლაზმონ–პოლარიტონულ ეფექტებზე დაფუძნებულ პლაზმონიკის ხელსაწყოებში. მიღებული იქნა თუთიის ოქსიდის ნანოკრისტალებისგან შედგენილი მიკროსფეროები ცარიელი ღრუთი. ეს მასალები გამოიცადა Methylene blue საღებავების ფოტოკატალიზური დაშლისთვის, რამაც დაადასტურა ასეთი ნანომასალის მაღალი აქტიურობა.

მიღებული იქნა  $Zn_2GeO_4$  ფართოზონიანი ნახევარგამტარული ნანომასალები, რომელთაც გააჩნიათ ულტრა იისფერ უბანში ძლიერი ლუმინესცენცია. აგრეთვე შემუშავდა ტექნოლოგია გერმანიუმისა და სპილენძის საფუძველზე სხვადასხვა ნანომასალის დასამზადებლად. ამ მხრივ საინტერესო იყო სპილენძის ოქსიქლორიდის ნანოზომის გარსის მქონე ბუმტების მიღების ტექნოლოგია, რომელიც აგრეთვე ლუმინესცენტურ მასალას წარმოადგენს.

ანალიტიკურ კვლევებში გამოყენებული იყო ისეთი მძლავრი მეთოდები, როგორცაა რასტრული და ტრანსმისიული ელექტრონული მიკროსკოპია, პანქრომატული კათოდოლუმინესცენცია, მახასიათებელი რენტგენული გამოსხივების სპექტროსკოპია, რენტგენული დიფრაქცია. აღნიშნული კვლევების ნაწილი შესრულდა ჩვენს ქალაქში არსებული ინსტიტუტების მეცნიერებთან ერთად.

შემუშავდა ნანომასალების მიღების მიკროტალღური ტექნოლოგია, რომელიც ამჟამად დამუშავების სტადიაშია. ამ მეთოდით მივიღეთ ამიაკ-ჰიდრაზინის პლანშიაში გალიუმის ნიტრიდის ჰექსაგონალური სტრუქტურის მიკრო- და ნანოკრასტალები. მათი სტრუქტურა ახლოსაა სრულყოფილთან, თუმცა ლუმინესცენციის გარკვეულ ჩახშობას აქვს ადგილი. სწორედ ამ პრობლემის დაძლევისკენაა ამჟამად მიმართული ჩვენი ერთი ჯგუფის მუშაობა.

გამოქვეყნდა 1 პუბლიკაცია რეიტინგულ და 1 არარეიტინგულ ქართულ ჟურნალში. მონაწილეობა მივიღეთ თბილისში გამართულ 1 ნანოტექნოლოგიურ კონფერენციაში. 14-17 დეკემბერს ქ. ბაქოში გამართება საერთაშორისო კონფერენცია „Modern Trends in Physics.“, რომელშიაც მიწვეული მოხსენებებით მონაწილეობას მიიღებენ ა.ჭირაქაძე და ა. ჯიშიაშვილი (<http://mtp2021.bsu.edu.az/>). მომზადდა პუბლიკაცია არარეიტინგულ ჟურნალ „NanoStudies“ და რეიტინგულ „Engineering, Technology & Applied Science Research“-ში გამოსაქვეყნებლად. ორივე პუბლიკაცია ა.წ. დეკემბერში გამოიცემა.

2. მართვადი ქიმიური რეაქტორის ოპტიმალური პარამეტრების შერჩევით განხორციელდა საჭირო ზომის, მაგნიტური თვისებების, მაღალდისპერსიული, ზომების ვიწრო განაწილების მქონე, ბიოთავსებადი მცირე ორგანული მოლეკულით (ლიმონმჟავა CA) მოდიფიცირებული, ასევე ანტისიმსივნური პრეპარატით (DOX) დატვირთული მაგნეტიტის ( $Fe_3O_4$ ) ნნწ-ების შემცველი მაღალსტაბილური ბიოსამედიცინო დანიშნულების მაგნიტური ნანოსითხის (მნს) მიღება და სინთეზის პროცესის აღწარმოებადობისა და მასშტაბირების მიღწევა; ასევე მაღალდისპერსიული და ჰომოგენური მაგნიტური კოლოიდის მისაღებად ახალი (ინოვაციური) მეთოდი, კერძოდ მაგნიტური ნანოსითხე (მნს) დამუშავდა ელექტრო-ჰიდრაულიკური განმუხტვებით; ჩატარდა შემოუგარსავი, ასევე ლიმონმჟავით მოდიფიცირებული და ანტისიმსივნური პრეპარატით ფუნქციონალიზირებული მაგნეტიტის ნანონაწილაკების შემცველი მაგნიტური ნანოსითხის (როგორც დაუმუშავებელი, ისე ელექტროჰიდრაულიკური განმუხტვით დამუშავებული ნიმუშების), ადამიანისა და თაგვის სარძევე ჯირკვლის უჯრედულ კულტურებზე *in vitro* სიცოცხლიუნარიანობაზე ზემოქმედების კვლევები. სინთეზირებული რკინის ოქსიდის მაგნიტური ნანონაწილაკების შემცველი, ასევე მცირე ორგანული მოლეკულით (ლიმონმჟავით) შემოგარსული და ანტისიმსივნური პრეპარატით (DOX)-ით ფუნქციონალიზებული ნანოსისტემის გამოყენებისას უჯრედების სიცოცხლის უნარიანობის და აქტივობის შესწავლა მოხდა MTT კალორიმეტრის მეთოდით. ეს მეთოდი ფართოდ გამოიყენება წამლების მეტაბოლიზმის შესასწავლად. კულტივირებულია სიმსივნური უჯრედების ორი განსხვავებული ხაზი; ადამიანის უჯრედული ხაზი MDA-MB-468 და თაგვის უჯრედული ხაზი 4T1. დადგენილია და შესწავლილი ლიმონმჟავათი შემოგარსული და დოქსორუბინთან შეუღლებული მაგნიტური ნანონაწილაკების ფიზიკურ-ქიმიური და ფარმაკოკინეტიკური მახასიათებლები.

3. ჩატარებულია მაგნიტური ნანონაწილაკების ბიოთავსებადი ორგანული მოლეკულით (ლიმონმჟავა) შემოგარსვა, სამკურნალო ანტისიმსივნური პრეპარატით დატვირთვა და შეუღლება

მიმმართველ ლიგანდთან (ფოლიუმის მჟავა); შესწავლილია და დადგენილი სინთეზირებული ნიმუშების კრისტალური სტრუქტურა (რენტგენული სხივების დიფრაქცია), ქიმიური შემადგენლობა და მოდიფიცირების ხარისხი (ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელი სპექტროსკოპია), მაგნიტური და ოპტიკური მახასიათებლები (მერხევი ნიმუშის მაგნიტომეტრია და ულტრაიისფერი და ხილული სპექტროფოტომეტრია), ჰიდროდინამიკური ზომები (სინათლის დინამიური გაბნევა) და კოლოიდური სტაბილურობა.

2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით — არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

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

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

3.1.

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

1. სამედიცინო დანიშნულების მულტიფუნქციონალური მაგნიტური ნანოსისტემის სინთეზი ინოვაციური ტექნოლოგიით, ინჟინერია და ტექნოლოგიები, ნანოტექნოლოგიები, ნანომედიცინა, AR-19-1211
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2019–2022
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. შ. კვკუტია — ხელმძღვანელი), ვ. მიქელაშვილი — კოორდინატორი), ჯ. მარხულია — ძირ. შემსრულებელი, ლ. სანებლიძე — ძირ. შემსრულებელი.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. შემოუგარსავი რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების (რონნწ) შემცველი მაგნიტური ნანოსითხის სინთეზი განხორციელდა ჩვენს მიერ დაპროექტებულ უწყვეტ ტექნოლოგიური ხაზის მეშვეობით ავტომატურ ქიმიურ რეაქტორში, ქიმიური თანადალექვის მეთოდის მეშვეობით, ინერტულ (N<sub>2</sub>)

გარემოში, რისთვისაც დადგინდა რეაქციის ოპტიმალურად განხორციელების ეტაპები და თანმიმდევრობა, შეირჩა სარეაქციო არის ტემპერატურა, რეაგენტების ოპტიმალური რაოდენობა, მიწოდების სიჩქარე და რეჟიმები, მორევის სიჩქარე, რეაქციის ხანგრძლივობა, გამორეცხვის (დეკანტაცია) პირობები. ამ ყველაფერმა მოგვცა აღწარმოებადი სინთეზი ნანონაწილაკთა ზომების განაწილებით 15 - 30 ნმ დიამეტრის ფარგლებში, ასევე, ოპტიმალური პირობები შემომგარსველი მოლეკულების სუპერპარამაგნიტური რონნწ-ს ზედაპირის მოდიფიცირებისთვის, რაც დადასტურდა ფიზიკურ ქიმიური მახასიათებლების კვლევებით.

სინთეზი განხორციელდა ავტომატიზირებულ ქიმიურ რეაქტორში, სადაც პირველ ეტაპზე ხდება შემოუგარსავი მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზი, რის შემდეგ ხორციელდება შემოუგარსავი მაგნიტური ნანონაწილაკების შემცველი მაგნიტური ნანოსითხის გამორეცხვა და შერჩეული ოპტიმალური პირობების შესაბამისად ორგანული მოლეკულებით (ლიმონმჟავა/ფოლიუმის მჟავა) მოდიფიცირება, ბოლო ეტაპზე კი ხდება ანტისიმსივნური პრეპარატით დატვირთვა. ელექტროჰიდროლიკური განმუხტვების როლი ნანონაწილაკების ბიოლოგიური მოლეკულებით დაფარვის მიზნით გამოკვეთილი აღმოჩნდა უფრო ფოლიუმზე, ვიდრე ლიმონმჟავით სტაბილიზირებულ ნიმუშებზე. სინთეზის ოპტიმიზაციამ და ელექტროჰიდროლიკური განმუხტვების გამოყენებამ გვიჩვენა, რომ ამ მეთოდით რონნწ-ს სინთეზი მარტივი და იაფია, რაც იძლევა მასშტაბური წარმოების ტექნოლოგიის შემუშავების პერსპექტივას.

სინთეზირებული ნიმუშების კრისტალური სტრუქტურა (რენტგენული სხივების დიფრაქცია - XRD) ფაზური შემადგენლობა დადგენილი იქნა XRD ანალიზის საშუალებით. DPOH 3M რენტგენის დიფრაქტომეტრის გამოყენებით, რომელიც მუშაობს Cu K $\alpha$  გამოსხივებით ( $\lambda = 1,541 \text{ \AA}$ ). რენტგენის დიფრაქციულმა სურათმა აჩვენა, რომ მასალები იყო კრისტალური და არ შეინიშნებოდა მინარევების შესაბამისი პიკები. კრისტალიტის საშუალო დიამეტრი ( $D = 28 \pm 2 \text{ ნმ}$ ) გამოთვლილი იქნა შერერის ფორმულით. კვლევამ დაადასტურა, რომ მიღებული ნიმუშები წარმოადგენს შებრუნებული შპინელის კუბური კრისტალური მესრის მქონე მაგნეტიტის ნანონაწილაკებს.

მიღებული ნიმუშების ქიმიური შემადგენლობის და მოდიფიცირების ხარისხის (ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელი სპექტროსკოპია) დასადგენად FTIR ანალიზი ჩატარდა Agilent Cary 670-ის (Mid-IR სპექტრის დიაპაზონი: 5000 - 400 სმ<sup>-1</sup>) გამოყენებით ფხვნილის ნიმუშებზე ვაკუუმში ამოშრობის შემდეგ. ლიმონმჟავისთვის (CA) და ფოლიუმის მჟავისთვის (FA) შესაბამისმა FTIR - პიკებმა გვიჩვენა ამ ზედაპირულად აქტიური ორგანული მოლეკულების შეკავშირების ხასიათი მაგნეტიტის ნანონაწილაკების ზედაპირზე. კერძოდ, ლიმონმჟავას რადიკალი შეკავშირებულია მაგნეტიტის ზედაპირზე კარბოქსილატის იონების ქემოსორბციის მეშვეობით, ხოლო ფოლიუმის მჟავისთვის კარბოქსილის ჯგუფის (C=O) რხევითი მოდები მიუთითებს FA-ს მიმაგრებას ნანონაწილაკების ზედაპირზე.

მერხევი ნიმუშის მაგნიტომეტრის მეშვეობით შესრულდა მაგნიტური კვლევები მიღებულ ნიმუშებზე. დადგინდა, რომ როგორც შემოუგარსავ, ისე CA/FA-თი შემოგარსულ ნიმუშებს არ გააჩნიათ მაგნიტური ჰისტერეზი. ამასთან, არ შეინიშნება ნულოვან მაგნიტურ ველში დამაგნიტებლობა ოთახის ტემპერატურაზე, რაც განპირობებულია ნიმუშების სუპერპარამაგნიტური ბუნებით.

ულტრაიისფერი/ხილული სპექტროსკოპია (UV/VIS) განხორციელდა სპექტრომეტრ AvaSpec-HS2048XL-ს და კვარცის კიუვეტების დახმარებით. გაიზომა მიღებული ნიმუშების შთანთქმა 180 - 800 ნმ ტალღის სიგრძის დიაპაზონში. გაზომილია ასევე სუფთა CA, FA, დოქსორუბინის (DOX-ის) წყალხსნარების შთანთქმა, რომელიც შედარებულია სამკურნალო პრეპარატით დატვირთულ და ასევე CA/FA-ით შემოგარსულ ნიმუშებთან. ნიმუშების პიკები სრულ შესაბამისობაშია ამ კონრეტული ნივთიერებების მახასიათებელ მრუდებთან.

ჰიდროდინამიკური ზომების (სინათლის დინამიური გაბნევა) და კოლოიდური სტაბილურობის (ელექტროფორეტიკული სინათლის გაბნევა) შესწავლა განხორციელდა Anton Paar Litesizer™ 500-ის მეშვეობით, რომელიც აღჭურვილია 658 ნმ ლაზერით, თერმოსტატირებული 25°C-ზე. მსგავს, დამუხტულ ნაწილაკებს შორის ელექტროსტატიკური განზიდვის სიძლიერის და შესაბამისად კოლოიდური დისპერსიების მდგრადობის შესაფასებლად გაზომილი იქნა მეტა პოტენციალი (ζ) იმავე ინსტრუმენტის გამოყენებით. შემოუგარსავ ნანონაწილაკებს აღმოაჩნდათ მეტა პოტენციალის მცირე სიდიდე. CA-თი შემოგარსულ და FA - შეკავშირებულ ნიმუშებს აქვს თითქმის იგივე დიამეტრი, თუმცა ელექტროჰიდრავლიკით დამუშავებული ნიმუშებისგან განსხვავებით SPIONs-HYDC-FA-ს აქვს ნაკლები მეტა პოტენციალი (-25.6), რომელიც შესაძლოა გამოწვეული იყოს შემომგარსველი ორგანული მოლეკულის დეპროტონიზაციის ხარისხით.

ბიოლოგიური კვლევების მიზნით განხორციელდა მიღებული ნანოსისტემების (მაგნეტიტი-ფოლიუმის მჟავა-დოქსორუბინი (SPIONs-FA-DOX) და მაგნეტიტი-ლიმონმჟავა-დოქსორუბინი (SPIONs-CA-DOX)) ზეგავლენის *in vivo* კვლევა სიმსივნით დაავადებულ უჯრედებზე. ანტისიმსივნური წამლით - დოქსორუბინით დატვირთვის (შეკავშირების) ეფექტურობამ CA-თი და FA-თი შემოგარსული მაგნეტიტის ნანონაწილაკების ზედაპირზე შეადგინა 5%. ჩატარებული იქნა კვლევა ცალკე წამლის მოქმედების, ცალკე CA და FA შემოგარსული მაგნეტიტის ნანონაწილაკების შემცველი კოლოიდის მოქმედების და ერთობლივი მოქმედების ეფექტის დასადგენად.

დადასტურდა ლიმონმჟავითა და ფოლიუმის მჟავით შემოგარსული ნანონაწილაკების ციტოტოქსიური ეფექტურობა. კერძოდ, მოხდა დოქსორუბინით დატვირთვა და MTT იმუნოფლოურესცენტული მეთოდის დახმარებით სიმსივნურ CD1 ხაზის თაგვების - ელენთის ქსოვილიდან და RM1 თაგვის პროსტატის სიმსივნურ ხაზის უჯრედებზე ციტოტოქსიური ეფექტის შეფასება.

### 3.2.

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

1. ანტისიმსივნური წამლით ფუნქციონალიზებული მაგნიტური ნანონაწილაკების თერაპიული ზემოქმედების შეფასება სარძევე ჯირკვლის სიმსივნურ უჯრედებზე, ინჟინერია და ტექნოლოგიები, ნანოტექნოლოგიები, ნანომედიცინა, # CARYS-19-976

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2020–2021

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ჯანო მარხულია — ხელმძღვანელი, შ.კეკუტია, ვ. მიქელაშვილი, ლ. სანებლიძე, ნ. მაისურაძე, თ. ცერცვაძე, ნ. ლელაძე — ძირითადი შემსრულებლები

2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. უპირველესად დასახული იყო ნანოსისტემების სინთეზის სამუშაოები და ბიოლოგიური კვლევებისთვის პარამეტრების შერჩევა. ამ მიზნით დაგეგმილი იყო და განხორციელდა ბიოთავსებადი მცირე ორგანული მოლეკულით (ლიმონმჟვა CA) მოდიფიცირებული, ასევე ანტისიმსივნური პრეპარატით (დოქსორუბიცინით) დატვირთული მაგნეტიტის ( $Fe_3O_4$ ) ნანონაწილაკების (ნნწ-ები) შემცველი მაღალსტაბილური ბიოსამედიცინო დანიშნულების ნანოსითხების მიღება. ამისათვის რკინის ოქსიდის მაგნიტური ნანონაწილაკების მიღება მოხდა კონტროლირებადი ავტომატურ ქიმიურ რეაქტორში (როგორც მექანიკური მორევის მეშვეობით, ისე ულტრაბგერით დამუშავების გზით), შერჩეული ოპტიმალური პირობებში, ქიმიური თანადალექვის რეაქციის საფუძველზე. მნწ-ების სინთეზი განხორციელდა რკინის დიქლორიდისა და ტრიქლორიდის შერევით (მოლარული თანაფარდობა 1: 1,9) 45-55°C-ზე ინერტულ (აირადი აზოტის) გარემოში ტუტის თანდათანობით დამატებით. დისპერსიული ფაზის ჩამოყალიბების მუდმივ მაგნიტზე დეკანტაციის გზით გამორეცხვის შემდეგ განხორციელდა რკინის ოქსიდის შემცველი ნანოსუსპენზიის მოდიფიცირება ლიმონმჟვის მოლეკულებით ულტრაბგერითი დამუშავების თანხლებით, რის შემდეგაც მოხდა მცირე ორგანული მოლეკულებით შემოგარული რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების ფუნქციონალიზაცია სიმსივნის საწინააღმდეგო პრეპარატით დოქსორუბიცინით.

კვლევისათვის საჭირო ნიმუშები მიღებულ იქნა, როგორც მართვად ქიმიურ რეაქტორში - მექანიკური მორევის პირობებში, ასევე სონოქიმიურ რეაქტორში, სადაც თანადალექვის რეაქცია მიმდინარეობდა ულტრაბგერითი მორევის (დამუშავების) პირობებში. სინთეზირებული ნანოსითხის ცალკეული ნიმუშების დამუშავება (სედიმენტაციური და აგრეგატული მდგადობის ასამაღლებლად) განხორციელდა ელექტროკიდრავლიკური განმუხტვების მეშვეობით. მიღებული ნიმუშები, კერძოდ - ბიოთავსებადი მცირე ორგანული მოლეკულით (ლიმონმჟავით) მოდიფიცირებული რკინის ოქსიდის მაგნიტური ნანონაწილაკების შემცველი კოლოიდი და მისი სიმსივნის საწინააღმდეგო პრეპარატით ფუნქციონალიზებული ნაირსახეობა გამოირჩვა მაღალი მაგნიტური თვისებებით და სედიმენტაციური და აგრეგატული მდგრადობით. შემდეგ ჩავატარეთ სინთეზირებული ნიმუშების ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური მახასიათებლების კვლევა.

მომდევნო ეტაპზე განხორციელდა შემოუგარსავი, ლიმონმჟავით შემოგარსული და ლიმონმჟავა/დოქსორუბიცინით ფუნქციონალიზირებული რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების შემცველი მაგნიტუტი ნანოსითხის სიმსივნურ უჯრედებზე ციტოტოქსიკური ეფექტის შეფასება და სიცოცხლისუნარიანობაზე ზემოქმედების შესწავლა სინთეზირებული ნიმუშების სხვადასხვა კონცენტრაციებზე. უჯრედების სიცოცხლისუნარიანობის შეფასება ხორციელდებოდა ხსნარებში უჯრედების ოპტიკური სიმკვრივის განსაზღვრით ( $OD_{562}$ ), კერძოდ, უჯრედების სუსპენზიის

ოპტიკური სიმკვრივის (*OD562*) განსაზღვრა ხდებოდა შევსებული 96 ფოსოიანი პლანშეტის ანალიზით, სკანირებადი მრავალუჯრედიანი სპექტროფოტომეტრის გამოყენებით 562 ნმ ტალღის სიგრძეზე. უჯრედების რაოდენობის მონიტორინგი ხორციელდებოდა 0 სთ (ლაგ ფაზა) და 24 სთ (საშუალო სტაციონარული ფაზა) დროის მონაკვეთში. ხოლო ციტოტოქსიურობა ფასდებოდა *MTT*-ტესტის მეშვეობით. პირველადი ფიზიკურ-ქიმიური და *in-vitro* ბიოლოგიური კვლევითი მონაცემებიდან დგინდება, რომ რკინის ოქსიდის – მაგნეტიტის ნანონაწილაკების შემცველი მაგნიტური ნანოსითხეები ავლენენ სიმსივნური უჯრედებზე ციტოტოქსიკურ ეფექტს და შესაბამისად ახდენენ უჯრედების ზრდის ინჰიბირებას.

#### 4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები — არა

##### 4.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

##### 4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 5. პატენტები:

### 5.1. საერთაშორისო პატენტები: — არა

#### 1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

#### 2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

#### 3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

### 5.2. ეროვნული პატენტები

#### 1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1. ნანონაწილაკების ჰომოგენიზაცია ელექტროჰიდრავლიკური ეფექტის გამოყენებით.
- 2.

#### 2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1. შალვა კეკუტია; ჯანო მარხულია; ვლადიმერ მიქელაშვილი; ლიანა სანებლიძე.
- 2.

#### 3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1. AU 2021 15641
- 2.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

### 6.2. სახელმძღვანელოები — არა

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.



2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.3. კრებულები — არა

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით — არა

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

1.

2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1.

2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

5) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. ა.ჯიშიაშვილი, ზ.შიოლაშვილი, დ.ჯიშიაშვილი, ა.ჭირაქაძე, ნ.მახათაძე

2. ე.დელალუტაშვილი, ნ.ბაღდავაძე, დ.ჯიშიაშვილი, ე.გინტური, ა.ლონდაძე, მ.გოგებაშვილი, ნ.ივანიშვილი

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. Growth of ZnO Microcrystals from Zn and Cu Chloride Precursors (ZnO მიკროკრისტალების ზრდა Zn და Cu ქლორიდის პრეკურსორებისგან). ISSN - 0132 - 1447

2. Influence of metal ions after one year repeated irradiation of spirulina platensis (მეტალთა იონების ზეგავლენა სპირულინა პლატენსისის 1-წლიანი განმეორებადი დასხივების შედეგად). ISSN 2667-9787

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მოამბე, ტ.16, ნომ. 2

2. Radiobiology and Radiation safety.V.1 no2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, საქ. მეცნ.აკად. გამომცემლობა

2. თბილისი

5) გვერდების რაოდენობა

1. 6

2. 6

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. ნაშრომი ეძღვნება შედარებით დაბალ (~300°C) ტემპერატურაზე ZnCl<sub>2</sub> და CuCl-ის ორთქლიდან ZnO-ს მიკროკრისტალების ზრდის მექანიზმის შესწავლას. ნაჩვენებია, რომ 230°C -ზე სილიციუმის ფუძემშრეზე მიიღება თუთიისა და სპილენძის ქლორიდების ფხვიერი ფენა. ორთქლში CuCl-ის არსებობა ემსახურება ფუძემშრის ლოკალურ წერტილებში ZnCl<sub>2</sub>-თან

ევტექტიკური შედგენილობის წარმოქმნას, რომელსაც დაბალი, 241°C -ის ტოლი დნობის ტემპერატურა გააჩნია. როდესაც ფუძემშრის ტემპერატურა აჭარბებს ამ სიდიდეს, ევტექტიკური ნაერთი დნება და ქმნის თხევად წვეთს. თავის მხრივ წვეთი აქტიურად აბსორბირებს ZnO-ს აირადი ფაზიდან, გადაჯერდება და გამოჰყოფს მყარი ZnO-ს კრისტალურ ჩანასახს.

2. ნაშრომში განხილულია Cs<sup>137</sup>-ის გამა გამოსხივებისა და მძიმე მეტალთა იონების (Ni, Zn, Cu, Mg, Mn, Cr, Co, Pb, Cd) ცომბინირებული ზეგავლენა *Spirulina platensis* უჯრედებზე. კვლევები ჩატარდა ულტრაიისფერ და ხილულ უბანში სპექტრომეტრიის მეთოდით. ნაჩვენებია, რომ სავარაუდოდ, გამა რადიაციას და მძიმე ლითონთა იონებს არ შეუძლიათ ცალკე-ცალკე გამოიწვიონ ცვლილებები *Spirulina platensis* უჯრედებზე. ამისგან განსხვავებით, გამა გამოსხივებისა და Mg(II) იონების კომბინირებულ ურთიერთქმედებას შეუძლია იქონიოს მასტიმულირებელი გავლენა. ასეთი

ტენდენცია შენარჩუნებულია *Spirulina platensis* უჯრედებზე მას შემდეგაც, როცა ლითონთა იონები შეყვანილი იყო ერთი წლის შემდეგ დასხივებულ და რეკულტივირებულ მცენარეში.

## 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

#### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

### 7.2. სახელმძღვანელოები — არა

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

#### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

### 7.3. კრებულები — არა

#### 1) ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

1. ვ. მიქელაშვილი, შ.კეკუტია, ჯ.მარხულია, ლ.სანებლიძე, ზ.ჯაბუა, ლ.ალმაში, მ.კრიხბაუმი (Mikelashvili, V., Kekutia, S., Markhulia, J., Saneblidze, L., Jabua, Z., Almasy, L. And Kriechbaum, M.)

- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. ფოლიუმის მჟავის შეუღლება მაგნიტურ ნანონაწილაკებთან იმპულსური ელექტროჰიდრაულიკური განმუხტვის გამოყენებით (Folic acid conjugation of magnetite nanoparticles using pulsed electrohydraulic discharges) . <https://doi.org/10.2298/JSC200414053M>

- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. J. Serb. Chem. Soc. 86 (2) 181–194 (2021), JSCS–5414.

- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

1. 14
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების წყლიანი კოლოიდური სუსპენზიების მისაღებად (IONPs) გამოიყენება სონოქიმიური თანადალექვის რეაქცია ზომიერი ულტრაბგერითი დასხივებით დაბალ ვაკუუმში. სინთეზირებული მაგნეტიტის ნანონაწილაკები პირდაპირ კონიუგირებულია ფოლიუმის მჟავით ელექტროჰიდრაულიკური განმუხტვების გამოყენებით, როგორც დამუშავების ტექნიკა ნანონაწილაკების ზედაპირის მოდიფიკაციამდე. ელექტროჰიდრაულიკური განმუხტვები გამოიყენება მუშაობის ორ რეჟიმში - მაღალი და დაბალი სიმძლავრეები ჰულსირებადი მუდმივი დენების გავლით ელექტროდებს შორის. მიღებული ნიმუშების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები შესწავლილია რენტგენის ფხვნილის დიფრაქციის (XRD), ფურიე გარედაქმნის ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის (FTIR), სინათლის დინამიური გაბნევის (DLS) და მცირე კუთხოვანი რენტგენის გაბნევის (SAXS) გამოყენებით.

კვლევებმა დაამტკიცა მაგნეტიტის ინვერსიული კუბური შპინელური სტრუქტურა მაგნეტიტის ზედაპირზე ფოლიუმის მჟავის მიმაგრებისას (კრისტალის საშუალო დიამეტრი ნიმუშებში D მერყეობს 25-31 ნმ XRD და SAXS-ის გაზომვებით). აღმოჩნდა, რომ ელექტროჰიდრაულიკური განმუხტვებით დამუშავებამ გაზარდა ფოლიუმის მჟავა - მაგნიტიტის ნანონაწილაკების დისპერსიების კოლოიდური სტაბილურობა.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. გ.გელაშვილი, დ.გელენიძე, დ.ჯიშიაშვილი
- 2.

#### 2) მოხსენების სათაური

1. . Scanning electron microscopy study of plasma synthesized nanoparticles
- 2.

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 4-7 ოქტომბერი, 2021, თბილისი, საქართველო, მე-6 საერთაშორისო კონფერენცია „ნანოტექნოლოგია“
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

### 8. 2. უცხოეთში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. ვ. მიქელაშვილი/ შ. კეკუტია, ჯ. მარხულია, ლ. სანებლიძე, ლ. აღმასი, მ. კრიხაუმი. Vladimer Mikelashvili, Shalva Kekutiaa, Iano Markhulia, Liana Saneblidze, Laszlé Almasy, Manfred Kriechbaum.
2. ნ. მაისურაძე/ჯ. მარხულია, შ. კეკუტია, თ. ცერცვაძე, ვ. მიქელაშვილი, ლ. სანებლიძე, ნ. ლელაძე, მ. კრიხაუმი, ლ. აღმაში. N. Maisuradze, / J. Markhulia, Sh. Kekutia, T. Tsertsvadze, V. Mikelashvili, L. Saneblidze, N. Leladze, M. Kriechbaum and L. Almasy

#### 2) მოხსენების სათაური

1. ლიმონმჟავით მოდიფიცირებული რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების სინთეზი და დახასიათება ბიოსამედიცინო გამოყენებისთვის (Synthesis and characterization Citric acid-modified Iron oxide nanoparticles for biomedical application.)
2. დოქსორუბინით დატვირთული რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების სინთეზისა და ინ ვიტრო ციტოტოქსიურობის შეფასება 4T1 სიმსივნურ ეპითელიუმის უჯრედულ ხაზებზე (Evaluation of doxorubicin-loaded iron oxide nanoparticles synthesis and in vitro cytotoxicity on 4T1 tumorigenic epithelial cell lines).

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 29 აგვისტო - 2 სექტემბერი, 2021. IV International Baltic Conference on Magnetism, topic: Synthesis and characterization Citric acid-modified Iron oxide nanoparticles for biomedical application, Svetlogorsk, Kaliningrad region, Russia
2. 23-25 ივნისი. Nanotech France 2021.

1. რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკები (IONPs) დიდ ინტერესს იწვევს მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების სხვადასხვა დარგის მკვლევარებისთვის, მათ შორის ფიზიკოსებისთვის, ქიმიკოსებისთვის, ბიოლოგებისთვის და მედიკოსებისთვის. მაგნიტური ნანონაწილაკების მცირე ზომები, რომლებიც განასხვავებს მათ მოცულობითი მასალებისგან, გავლენას ახდენს მათ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე და ანიჭებს მათ ახალ თვისებებს, რომლებიც სასარგებლოა მრავალი გამოყენებისთვის. გარდა ამისა, ასეთი ნანოსისტემების ბიოთავსებადობა და დაბალი ტოქსიკურობა,

რომელიც შედგება წყალში დისპერსიული IONP-ებისგან ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), მოდიფიცირებული და სტაბილიზირებული ბიოაქტიური მოლეკულებით, როგორცაა ლიმონის მჟავა (CA), მათ ძალიან საინტერესოს ხდის ბიოსამედიცინო გამოყენებისთვის, განსაკუთრებით, როგორც წამლების მიწოდების სისტემები თანამედროვე ჯანდაცვის სფეროში.

ქიმიოთერაპიული პრეპარატების არასასურველი ტოქსიკური ეფექტების შემცირება ჯანსაღ უჯრედებზე დღევანდელი მედიცინის აქტუალური პრობლემაა და ნანონაწილაკებთან კომბინირებული თერაპია მოსალოდნელია შეამცირებს ქიმიოთერაპიული პრეპარატების თერაპიულ დოზას და უფრო სპეციფიკურს გახდის განკურნებას. CA-ს ამ მხრივ აქვს პოტენციალი, რადგან ეს ორგანული ნაერთი შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც ბიოთავსებადი შემომგარსველი და ეფექტურად დამაკავშირებელი აგენტი კიბოს საწინააღმდეგო პრეპარატებთან.

$\text{Fe}_3\text{O}_4$ -ის მიღების ყველაზე მიღებული მეთოდია ქიმიური თანადალექვა. ჩვენს ნაშრომში ჩვენ ვთავაზობთ მარტივ და ეკონომიურ მეთოდს კოლოიდური სუსპენზიების მისაღებად, რომელიც შედგება  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ნანონაწილაკებისგან, დაფარული CA-თი. ჩვენი ნაწილაკები სინთეზირებული იყო ქიმიური თანადალექვით ულტრაბგერითი დამუშავებით დაბალ ვაკუუმურ გარემოში. CA-თი დაფარვამდე, მიღებული IONP-ები დამუშავდა ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარით მაღალი დენის (HC) (რამდენიმე ათეული ამპერი) და დაბალი დენის (LC) (რამდენიმე ამპერი) რეჟიმებში წყლის გარემოში იმპულსური პირდაპირი დენის (PDC) გამოყენებით. მიღებული ნიმუშების დასახასიათებლად გამოყენებული იქნა რენტგენის სხივის დიფრაქცია (XRD), ფურიეს ტრანსფორმაციის ინფრაწითელი სპექტროსკოპია (FTIR), დინამიური სინათლის გაფანტვა (DLS), ულტრაიისფერი ხილული სპექტროსკოპია (UV VIS) და მცირე კუთხით რენტგენის გაფანტვა (SAXS).

2. სარძევე ჯირკვლის კიბო არის ყველაზე ხშირად დიაგნოზირებული სიმსივნური წარმონაქმნი ქალებში მთელ მსოფლიოში, რომელიც ასევე არის ქალის კიბოს სიკვდილიანობის წამყვანი მიზეზი. მიუხედავად იმისა, რომ მნიშვნელოვანი პროგრესი იქნა მიღწეული ძუძუს კიბოს დიაგნოსტიკასა და თერაპიაში, დაავადების ადრეული გამოვლენა და ანტიმეტასტაზური მკურნალობა კვლავ სერიოზულ პრობლემად რჩება. კიბოს თერაპიის შემდეგი თაობის მკურნალობა აქტუალურია თანამედროვე ონკოლოგიაში. ნანოტექნოლოგია გთავაზობს იმედისმომცემ პერსპექტივებს ამ მიმართულებით. ბოლო დროს, მრავალფუნქციური რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების მიღება, რომელიც აერთიანებს როგორც თერაპიულ, ასევე დიაგნოსტიკურ შესაძლებლობებს, სულ უფრო მეტ ყურადღებას იპყრობს კიბოს მკურნალობის, დიაგნოსტიკისა და მედიკამენტების მიზანმიმართული მიწოდების თვალსაზრისით. ეს კვლევა ეძღვნება ლიმონის მჟავით მოდიფიცირებული რკინის ოქსიდის სუპერპარამაგნიტური ნანონაწილაკების (SPIONs) სინთეზს, რომლებიც ფუნქციონირებულა კიბოს საწინააღმდეგო პრეპარატ დოქსორუბიცინთან (DOX) კონტროლირებადი ქიმიური თანადალექვის მეთოდის გამოყენებით და მიღებული მაგნიტური ნანოსითხეების (შიშველი შემცველი) ციტოტოქსიკურობის შესწავლას ლიმონმჟავით დაფარული და DOX-დატვირთული IONPs 4T1 სიმსივნურ ეპითელიუმის უჯრედულ ხაზებზე. სინთეზირებული ნიმუშები დახასიათდა რენტგენის დიფრაქციის (XRD), ფურიეს ტრანსფორმაციის ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის (FTIR), მცირე კუთხით რენტგენის გაფანტვის (SAXS), ვიბრაციული ნიმუშის მაგნიტომეტრიის (VSM) და UV-VIS სპექტროფოტომეტრიის გამოყენებით. 4T1 კიბოს უჯრედების ქცევის სათანადო ანალიზისა და შიშველი, ლიმონმჟავათი მოდიფიცირებული და DOX-ით დატვირთული IONP-ების შეყვანის შემდეგ თავისუფალ DOX-თან შედარებით, გამოყენებული იქნა ინ ვიტრო ტესტების რთული ნაკრები, მათ შორის MTT ანალიზი, უჯრედული ციკლის განსაზღვრა და IONP-ების ათვისება. სინთეზირებულმა მაგნიტურმა ნანოსითხეებმა, რომლებიც შეიცავს რკინის

ოქსიდის ნანონაწილაკებს (როგორც შიშველი, ასევე ლიმონმჟავით მოდიფიცირებული), გამოავლინა ციტოტოქსიკურობა 4T1 კიბოს უჯრედებზე. თუმცა, შედეგებმა აჩვენა დოქსორუბინისა და მაგნიტური ნანონაწილაკების კომბინაციის უპირატესობა. DOX-ით დატვირთულმა IONP-ებმა უფრო შეძლეს დათრგუნონ 4T1 სარძევე ჯირკვლის კიბოს უჯრედების ზრდა და პროლიფერაცია *in vitro*, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ სისტემას აქვს პოტენციური იმოქმედოს როგორც სიმსივნის საწინააღმდეგო ქიმიოთერაპიული აგენტი.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

### კოჭერენტული ოპტიკის და ელექტრონიკის განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ადამიანის ბიოლოგიური ქსოვილების *in vivo* ოპტიკური მოდელების შექმნა (ფიზიკა, ბიოსამედიცინო ოპტიკა)

2. მოლეკულური აგრეგაციები და ანიზოტროპიის ფოტონდუცირება ორგანულ ნაერთებში

3. კობალტის ფუძიანი თერმოელექტრული მასალების ფუნქციონალური მახასიათებლების კვლევა-გაუმჯობესება (ინჟინერია და ტექნოლოგიები, ელექტროინჟინერია)

4. დოპირებული ზეგამტარი მასალის სინთეზი და მის საფუძველზე ზეგამტარი სადენების ლაბორატორიული ნიმუშების დამზადება და ტესტირება (ინჟინერია და ტექნოლოგიები, მასალათა ტექნოლოგია)

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018 - 2022

2. 2021-2023

3. 2021-2023

4. 2021-2023

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ზაზა მელიქიშვილი — პროექტის ხელმძღვანელი, თამაზ მედოიძე — ექსპერიმენტული სამუშაოების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება, ზაზა ჯალიაშვილი — ექსპერიმენტული სამუშაოების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება, გიორგი ქაჩლიშვილი — ბიოქსოვილში სინათლის გავრცელების პროცესების კომპიუტერული მოდელირება, ვერიკო ქინქლაძე — ქსოვილის ფანტომების დამზადება

2. ტარიელ ებრალიძე — ხელმძღვანელი, ნადია ებრალიძე და გიორგი მუმლაძე — შემსრულებლები

3. ნიკოლოზ მარგიანი — პროექტის ხელმძღვანელი; ვახტანგ ჟღამაძე — ფიზიკური გაზომვები; იამზე ქვარცხავა — ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია; გიორგი მუმლაძე — პროექტის მენეჯერი, ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია; ზურაბ ადამია — ფიზიკური გაზომვები; ნათია მარგიანი —

უფროსი ლაბორანტი; მათა ბალახაშვილი — ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია, ევგენი ხუჭუა — ხელშეკრულებით, რენტგენოფაზური ანალიზი;

4. ნიკოლოზ მარგიანი — პროექტის ხელმძღვანელი; ვახტანგ ჟღამაძე — ფიზიკური გაზომვები; იამზე ქვარცხავა — ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია; გიორგი მუმლაძე — პროექტის მენეჯერი, ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია; ზურაბ ადამია — ფიზიკური გაზომვები; ნათია მარგიანი — უფროსი ლაბორანტი; მათა ბალახაშვილი — ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია, ევგენი ხუჭუა — ხელშეკრულებით, რენტგენოფაზური ანალიზი.

## 2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

### 2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ადამიანის ბიოლოგიური ქსოვილების *in vivo* ოპტიკური მოდელების შექმნა (ფიზიკა, ბიოსამედიცინო ოპტიკა)
2. მოლეკულური აგრეგაციები და ანიზოტროპიის ფოტონდუცირება ორგანულ ნაერთებში
3. კობალტის ფუძიანი თერმოლექტრული მასალების ფუნქციონალური მახასიათებლების კვლევა-გაუმჯობესება (ინჟინერია და ტექნოლოგიები, ელექტროინჟინერია)
4. დოპირებული ზეგამტარი მასალის სინთეზი და მის საფუძველზე ზეგამტარი სადენების ლაბორატორიული ნიმუშების დამზადება და ტესტირება (ინჟინერია და ტექნოლოგიები, მასალათა ტექნოლოგია)

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2018 - 2022
2. 2021-2023
3. 2021-2023
4. 2021-2023

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ზაზა მელიქიშვილი — პროექტის ხელმძღვანელი, თამაზ მედოიძე — ექსპერიმენტული სამუშაოების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება, ზაზა ჯალიაშვილი — ექსპერიმენტული სამუშაოების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება, გიორგი ქაჩლიშვილი — ბიოქსოვილში სინათლის გავრცელების პროცესების კომპიუტერული მოდელირება, ვერიკო ქინქლაძე — ქსოვილის ფანტომების დამზადება
2. ტარიელ ებრალიძე — ხელმძღვანელი, ნადია ებრალიძე და გიორგი მუმლაძე — შემსრულებლები
3. ნიკოლოზ მარგიანი — პროექტის ხელმძღვანელი; ვახტანგ ჟღამაძე — ფიზიკური გაზომვები; იამზე ქვარცხავა — ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია; გიორგი მუმლაძე — პროექტის მენეჯერი, ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია; ზურაბ ადამია — ფიზიკური გაზომვები; ნათია მარგიანი — უფროსი ლაბორანტი; მათა ბალახაშვილი — ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია, ევგენი ხუჭუა — ხელშეკრულებით, რენტგენოფაზური ანალიზი;
4. ნიკოლოზ მარგიანი — პროექტის ხელმძღვანელი; ვახტანგ ჟღამაძე — ფიზიკური გაზომვები; იამზე ქვარცხავა — ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია; გიორგი მუმლაძე — პროექტის მენეჯერი,



ფიზიკურ–ქიმიური ტექნოლოგია; ზურაბ ადამია — ფიზიკური გაზომვები; ნათია მარგიანი — უფროსი ლაბორანტი; მათა ბალახაშვილი — ფიზიკურ–ქიმიური ტექნოლოგია, ევგენი ხუჭუა — ხელშეკრულებით, რენტგენოფაზური ანალიზი.

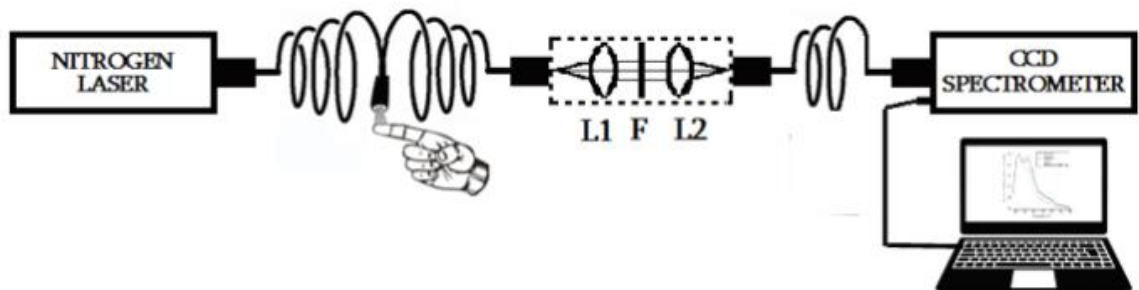
**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. მოცემულ ეტაპზე კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ადამიანის კანისა და ფრჩხილის ოპტიკურ-სპექტროსკოპიული კვლევით მისი ჯანმრთელობის მდგომარეობის შეფასება. ამ მიზნით გამოყენებული იყო ლაზერით ინდუცირებული ფლუორესცენციის (LIF) სპექტროსკოპია (ნახ. 1) დამზადდა სპეციალური ზონდი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი გახდა დიფერენციალური სპექტრების გადაღება და შესაბამისად ფლუორესცენციის სპექტრალური ხაზის ფორმების შედარება.

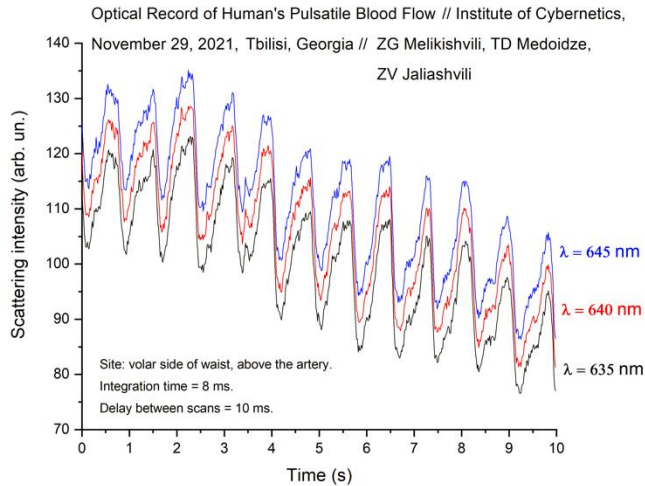
გაიზომა ადამიანის თითის ბალიშისა და ფრჩხილის LIF ინტენსივობის *in vivo* სპექტრები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებული იყოს ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობის დასადგენად, მის დასახასიათებლად ამ მდგომარეობის შემდგომი მონიტორინგისათვის რეალური დროის რეჟიმში.

სხვადასხვა მოხალისეების სპექტრების დამუშავებით დადგინდა, რომ ფიზიოლოგიურად ჯანმრთელი და პათოლოგიის მქონე (ამ შემთხვევაში – დიაბეტის 1-ლი და მე-2 ფორმა) მოხალისეების კანის ფლუორესცენციის სპექტრები საგრძნობლად განსხვავდება ერთმანეთისგან. მეტიც, აღნიშნული სპექტრების ანალიზი იძლევა პათოლოგიის ხარისხის შეფასების შესაძლებლობას.

ასევე აღმოჩნდა, რომ სამი ექსპერიმენტულად ჩაწერილი ფლუორესცენციის სპექტრიდან ნებისმიერი ერთი წარმოადგენს დანარჩენი ორის სუპერპოზიციას. ადამიანის კანის ფლუორესცენციის მრავალწლიანი მოდელის თეორიულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ აღნიშნული პრინციპი ყოველთვის სამართლიანია, როდესაც ფლუორესცენციაში მონაწილეობენ ერთი და იგივე ქრომოფორები.



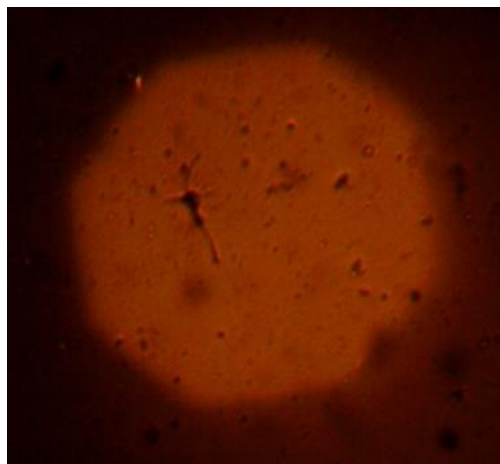
ნახ. 1. ექსპერიმენტული დანადგარის სქემატური ხედი ადამიანის კანის ფლუორესცენციის *in vivo* გაზომვებისთვის.



ნახ. 2. ადამიანის კანის არეკვლის *in vivo* გაზომვები. არტერიული სისხლის პულსაციების ოპტიკური ასახვა.

ასევე დროზე დამოკიდებული არეკვლის სპექტროსკოპიის ფარგლებში 2021 წლის ნოემბერში მიღებულ იქნა არტერიული სისხლის პულსაციების სპექტრები (ნახ. 2). ამ მიმართულებით კვლევა გრძელდება.

2. გრძელდებოდა ექსპერიმენტების სერია ანიზოტროპიის ფოტონდუცირების თემაზე ორგანულ ნაერთებში. ამჟამად კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა საღებარ ალიზარინის შემცველი ფირები. ისინი მიღებულ იქნა ალიზარინის ნაჯერი წყალხსნარის შერევით ჟელატინში, მინის ფუძეზე დასხმით და ოთახის ტემპერატურაზე გაშრობით. ციფრული ვიდეო მიკროსკოპიის და სპექტროსკოპიის გამოყენებით საანგარიშო პერიოდში გამოკვლეული იქნა ზემოთ აღნიშნული ფირების მიკრო სტრუქტურის ანიზოტროპული ბუნება. ფირი ხასიათდება თვისებით — პოლარიზაციული სენსიტიობისა და ანიზოტროპიის მკვეთრად გამოხატული თვისებით. მომზადდა პუბლიკაცია რეიტინგული ჟურნალისთვის.



აზოსაღებარ ალიზარინის წყალხსნარში მიღებული ანიზოტროპული სურათი მოლეკულური აგრეგაციებით

3. ჩატარდა კობალტის ფუძიანი თერმოელექტრული მასალების ფუნქციონალურ მახასიათებლებზე სხვადასხვა დანამატებისა და დოპანტების ზეგავლენის კვლევა. ამ მიზნით განხორციელდა ამ მასალების სინთეზი, გაიზომა კუთრი წინაღობის, ზეებევის კოეფიციენტისა და თბოგამტარობის ტემპერატურული დამოკიდებულებები. მიღებული შედეგების საფუძველზე გამოთვლილ იქნა სიმძლავრის ფაქტორისა და ვარგისიანობის მაჩვენებლის მნიშვნელობები. დადგენილ იქნა, რომ Bi-Sr-Co-O თერმოელექტრიკის ფუნქციონალური მახასიათებლები (სიმძლავრის ფაქტორი და ვარგისიანობის მაჩვენებელი) მნიშვნელოვნად უმჯობესდება სათანადო დანამატების/დოპანტების გამოყენების გზით. მიღებული შედეგების საფუძველზე საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრში („საქპატენტი“) წარდგენილ იქნა 4 საპატენტო განაცხადი, რომლებმაც გაიარეს ექსპერტიზის ძირითადი პროცედურები; გარდა ამისა, ეს შედეგები 3 მოხსენების სახით წარდგენილ იქნა 2 საერთაშორისო კონფერენციაზე. იმპაქტ-ფაქტორიან ჟურნალში გამოქვეყნდა 1 სტატია, ხოლო მე-2 სტატიაზე უცხოურ იმპაქტ-ფაქტორიან ჟურნალში მივიღეთ რედაქციის თანხმობა გამოქვეყნებაზე. სტატია გამოქვეყნდება 2022 წლის დასაწყისში.

4. საანგარიშო პერიოდში ჩატარდა ექსპერიმენტები ბისმუტის ფუძიანი მაღალტემპერატურული ზეგამტარის ფაზწარმოქმნისა და ტრანსპორტული თვისებების გაუმჯობესების მიზნით. პირველად იქნა ჩატარებული ამ სისტემის დოპირება კალციუმის ბორატით. მიღებული შედეგები საფუძვლად დაედო მოხსენებას, რომელიც წარდგენილ იქნა პრესტიჟულ კონფერენციაზე EUCAS 2021. ამ კონფერენციის ფარგლებში მომზადდა სტატია, რომელიც გადაცემულია უცხოურ, იმპაქტ-ფაქტორიან ჟურნალში გამოსაქვეყნებლად. არსებული დიდძალი ლიტერატურული მასალის შეჯერების შედეგად ამ სტატიაში ნაჩვენებია, რომ ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგად მიღწეულია ბისმუტის ფუძიანი მაღალტემპერატურული ზეგამტარის ფაზწარმოქმნის რეკორდული სიჩქარე—1.7 % საათში, მაშინ როდესაც ლიტერატურული მონაცემები 0.3–1.0 % საათში ფარგლებში მერყეობს. გარდა ფაზწარმოქმნის მნიშვნელოვანი გაუმჯობესებისა, კალციუმის ბორატით დოპირებულ მასალაში მიღწეულ იქნა კრიტიკული დენის სიმკვრივის ზრდა. სათანადოდ დოპირებული პრეკურსორების ბაზაზე დამზადდა ვერცხლის გარსიანი ზეგამტარი სადენების ლაბორატორიული პროტოტიპები. ზეგამტარი ფაზის მოცულობითი წილისა და ტრანსპორტული მახასიათებლების გაზომვებმა დაადასტურა, რომ სათანადო დოპირება განაპირობებს ზეგამტარი ფაზის წარმოქმნის დაჩქარებას და ტრანსპორტული მახასიათებლების მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას როგორც მოცულობით ნიმუშებში, აგრეთვე დოპირებული პრეკურსორების ბაზაზე დამზადებულ ზეგამტარ ლენტებსა და მრგვალ სადენებში.



## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით — არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

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

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

## 3.1.

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

1. დნმ-ის ბაზაზე ვერცხლის და ოქროს ნანომავთულების შექმნა და მათი შესწავლა სპექტროსკოპული და ელექტრონულ მიკროსკოპული მეთოდებით (FR-19-5263, ფიზიკა, ბიოფიზიკა)

2. კობალტის ფუძიანი თერმოელექტრიკების ფუნქციონალური თვისებების დახვეწა დოპირებითა და მაღალენერგეტიკული გადაფქვით, FR-18-4976, მიმართულება: ინჟინერია და ტექნოლოგიები,

ქვე-მიმართულება: ელექტროინჟინერია, ელექტრონული ინჟინერია, საინფორმაციო ტექნოლოგიები.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2020 - 2023

2. 2019–2022

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. სტუ პროექტში მონაწილეობს, როგორც თანამონაწილე ორგანიზაცია და მისი მხრიდან ჩართულია მხოლოდ ზ. მელიქიშვილი, რომელიც პროექტში ძირითადად დაკავებულია FRET- და არეკვლის სპექტროსკოპიული კვლევებით.

2. ნიკოლოზ მარგიანი (პროექტის ხელმძღვანელი), გიორგი მუმლაძე (პროექტის მენეჯერი და პასუხისმგებელი ფიზიკურ–ქიმიურ ტექნოლოგიაზე), ვახტანგ ჟღამაძე (პასუხისმგებელი ფიზიკურ გაზომვებზე), იამზე ქვარცხავა (პასუხისმგებელი ფიზიკურ–ქიმიურ ტექნოლოგიაზე), მაია ბალახაშვილი (პასუხისმგებელი ფიზიკურ–ქიმიურ ტექნოლოგიაზე), ანდრეი კლინდიუკი (კონსულტანტი), ნათია მარგიანი (უფროსი ლაბორანტი).

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. სპექტროფოტომეტრული და ფლუორესცენტული მეთოდების გამოყენებით ნაჩვენებია ხსნარში ვერცხლის და ოქროს იონების აღდგენა ატომურ მდგომარეობამდე სხვადასხვა რედუქტანტებით (ასკორბინის მჟავა (AA) და  $\text{NaBH}_4$ ), დნმ-ში ინტერკალირებული საღებავებით (AO და EB), ფოტოდასხივებით და  $\gamma$ -რადიაციის ( $^{137}\text{Cs}$ ) გამოყენებით.

აღდგენილი  $\text{Ag}^+$  და  $\text{Au}^{3+}$  იონების შედარებითი ანალიზი გვაჩვენებს, რომ  $\text{Ag}^+$  იონის აღდგენა შესაძლებელია როგორც ასკორბინის მჟავის გამოყენებით სამმაგ კომპლექსში (დნმ- $\text{Ag}^+$ -AA), ასევე დნმ- $\text{Ag}^+$ - EB სამმაგ კომპლექსის სინათლით დასხივებით ( $\lambda=546\text{nm}$ ). დნმ-  $\text{Ag}^+$ - EB კომპლექსის შემთხვევაში აღდგენის ეფექტურობა შეადგენს დნმ- $\text{Ag}^+$ -AA კომპლექსში აღდგენის 77%.  $\text{Ag}^+$ - იონების აღდგენა როგორც თავისუფალი, ასევე დნმ-თან კომპლექსში (ეთანოლის და  $\text{NaNO}_3$ -ის ხსნარში)  $\gamma$ -რადიაციის ზემოქმედებით არ დაიმზირება. აგრეთვე არ დაიმზირება  $\text{Ag}^+$ -იონის აღდგენა  $\text{NaBH}_4$ -ის გამოყენებით.

$\text{Au}^{3+}$  იონების აღდგენა  $\text{Au}^{3+}$ -დნმ- $\text{NaBH}_4$ -AA კომპლექსში არის უფრო სტაბილური ვიდრე  $\text{Au}^{3+}$  -დნმ-AA კომპლექსში. EB- $\text{Au}^{3+}$  იონის კომპლექსის შემთხვევაში ოქროს იონის აღდგენა ფოტოდასხივების შემთხვევაში ასევე სტაბილურია.

$\text{Au}^{3+}$  იონების აღდგენა  $\gamma$ -რადიაციის ზემოქმედებით შესაძლებელია როგორც თავისუფალ, ასევე დნმ-თან კომპლექსში. დნმ-ის გარეშე ოქროს იონების აღდგენა 2-ჯერ უფრო ეფექტურია. აქედან გამომდინარე  $\gamma$ -რადიაციით აღდგენა არაეფექტურია. არაეფექტურობის მიზეზი რადიაციით დნმ-ს ორმაგი სპირალის დაზიანებაა.

2. 2021 წლის განმავლობაში გრძელდებოდა კობალტის ფუმიანი Bi-Sr-Co-O და Bi-Ca-Co-O თერმოელექტრული მასალების ფუნქციონალურ მახასიათებლებზე სხვადასხვა დანამატებისა და დოპანტების ზეგავლენის კვლევა და ტექნოლოგიური რეჟიმის დახვეწა. ამ მიზნით განხორციელდა ამ მასალების სინთეზი, გაიზომა კუთრი წინაღობის, ზეებეკის კოეფიციენტისა და თბოგამტარობის

ტემპერატურული დამოკიდებულებები. მიღებული შედეგების საფუძველზე გამოთვლილ იქნა სიმძლავრის ფაქტორისა და ვარგისიანობის მაჩვენებლის მნიშვნელობები. დადგენილ იქნა, რომ Bi-Sr-Co-O თერმოელექტრიკის ფუნქციონალური მახასიათებლები (სიმძლავრის ფაქტორი და ვარგისიანობის მაჩვენებელი) მნიშვნელოვნად უმჯობესდება სათანადო დანამატების გამოყენების გზით. აღსანიშნავია, რომ კვლევის ფარგლები მნიშვნელოვნად აღემატებოდა პროექტით გათვალისწინებულ მიზნებს. კერძოდ, პროექტის გუნდმა მიიღო პრიორიტეტული შედეგები Bi-Sr-Co-O თერმოელექტრიკის ფუნქციონალურ თვისებებზე გრაფენის დანამატის ზეგავლენის შესახებ. გამოქვეყნდა 1 სტატია იმპაქტ-ფაქტორიან ჟურნალში, წარდგენილ იქნა 3 მოხსენება საერთაშორისო კონფერენციებზე, მომზადდა და გადაცემულ იქნა 1 სტატია კონფერენციის: “International Conference on Oxide Materials for Electronic Engineering – fabrication, properties and application, Lviv, Ukraine / September 28 - October 2, 2021” შრომათა კრებულში, რომლის გამოქვეყნება დადასტურებულია უცხოურ ჟურნალში (გამოქვეყნდება 2022 წლის დასაწყისში). მიღებული შედეგების საფუძველზე საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრში („საქპატენტი“) წარდგენილ იქნა 2 საპატენტო განაცხადი, რომლებმაც გაიარეს ექსპერტიზის ძირითადი პროცედურები.

### 3.2.

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

1. კალციუმის კობალტიტის საფუძველზე მაღალეფექტური თერმოელექტრული მასალების შემუშავება დოპირებითა და ნანოინჟინერიით, ელექტროინჟინერია, ინჟინერია და ტექნოლოგიები, CARYS-19-675
2. ბისმუტის ფუმიანი მოწინავე ზეგამტარი მასალების შემუშავება დოპირებითა და მაღალენერგეტიკული გადაფქვით, DI-18-479.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2020–2021
2. 2018-2021

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ნიკოლოზ მარგიანი (პროექტის ხელმძღვანელი), გიორგი მუმლაძე (პროექტის მენეჯერი და პასუხისმგებელი ფიზიკურ-ქიმიურ ტექნოლოგიაზე), ვახტანგ ჟღამაძე (პასუხისმგებელი ფიზიკურ გაზომვებზე), იამზე ქვარცხავა (პასუხისმგებელი ფიზიკურ-ქიმიურ ტექნოლოგიაზე), მათა ბალახაშვილი (პასუხისმგებელი ფიზიკურ-ქიმიურ ტექნოლოგიაზე), ანდრეი კლინდიუკი (ტექნოლოგიური შედეგების ანალიზი), ლევან გაბისონია (ბიზნეს-სექტორის წარმომადგენელი), თინათინ შუბითიძე (მასალათა სინთეზი), ნათია მარგიანი (უფროსი ლაბორანტი), ნინო მუმლაძე (ლაბორანტი).

2. არმენ კუზანიანი (თანამემამულე სამეცნიერო ხელმძღვანელი), ზურაბ ადამია (თანახელმძღვანელი), გიორგი მუმლაძე (პროექტის მენეჯერი და პასუხისმგებელი ფიზიკურ-ქიმიურ ტექნოლოგიაზე), ნიკოლოზ მარგიანი (პროექტის შედეგების ანალიზი), ვახტანგ ჟღამაძე (პასუხისმგებელი ფიზიკურ გაზომვებზე), იამზე ქვარცხავა (პასუხისმგებელი ფიზიკურ-ქიმიურ ტექნოლოგიაზე), მათა ბალახაშვილი (პასუხისმგებელი ფიზიკურ-ქიმიურ ტექნოლოგიაზე), ანდრეი კლინდიუკი (ტექნოლოგიური შედეგების ანალიზი), ლევან გაბისონია (პასუხისმგებელი ფიზიკურ

გაზომვებზე), თინათინ სარაშვილი (მასალათა სინთეზი), დალი ძანაშვილი (თსუ-ს მხრივ, რენტგენოფაზური ანალიზი), ნათია მარგიანი (უფროსი ლაბორანტი), ნინო მუმლაძე (ლაბორანტი).

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. ჩატარდა კობალტის ფუძიანი Ca-Co-O და Bi-Sr-Co-O თერმოელექტრული მასალების ფუნქციონალურ მახასიათებლებზე სხვადასხვა დანამატებისა და დოპანტების ზეგავლენის კვლევა და ტექნოლოგიური რეჟიმის დახვეწა. ამ მიზნით განხორციელდა ამ მასალების სინთეზი, გაიზომა კუთრი წინალობის, ზეებევის კოეფიციენტისა და თბოგამტარობის ტემპერატურული დამოკიდებულებები. მიღებული შედეგების საფუძველზე გამოთვლილ იქნა სიმძლავრის ფაქტორისა და ვარგისიანობის მაჩვენებლის მნიშვნელობები. დადგინდა იქნა, რომ Bi-Sr-Co-O თერმოელექტრიკის ფუნქციონალური მახასიათებლები (სიმძლავრის ფაქტორი და ვარგისიანობის მაჩვენებელი) მნიშვნელოვნად უმჯობესდება ბორის შემცველი დანამატების გამოყენების გზით. ამავე დროს, ეს დანამატები განაპირობებენ Ca-Co-O თერმოელექტრული სისტემის სიმძლავრის ფაქტორისა და ვარგისიანობის მაჩვენებლის გაუარესებას. მიღებული შედეგების საფუძველზე საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრში („საქპატენტი“) წარდგინდა იქნა 2 საპატენტო განაცხადი, რომლებმაც გაიარეს ექსპერტიზის ძირითადი პროცედურები.

2. განხორციელდა ტყვიის ბორატითა და სტრონციუმის ბორატით დოპირებული Bi(Pb)-2223 ფაზის მოცულობითი ნიმუშებისა და ზეგამტარი სადენების ლაბორატორიული ნიმუშების მიღება. დადასტურდა ამ დოპანტების დადებითი ზეგავლენა Bi(Pb)-2223-ის ფაზწარმოქმნაზე და ტრანსპორტულ თვისებებზე. ჩატარდა მოცულობითი სამუშაო ვერცხლისგარსიანი ზეგამტარი სადენების მიღების ტექნოლოგიის დახვეწის თვალსაზრისით. ნაჩვენებები იქნა, რომ დოპანტები თავიანთ დადებით ზეგავლენას ინარჩუნებენ ვერცხლის გარსში Bi(Pb)-2223-ის ფორმირების პროცესში. მიღებული შედეგები საფუძვლად დაედო მოხსენებას, რომელიც წარდგინდა იქნა პრესტიჟულ კონფერენციაზე EUCAS 2021. ამ კონფერენციის ფარგლებში მომზადდა სტატია, რომელიც გადაცემულია უცხოურ, იმპაქტ-ფაქტორიან ჟურნალში გამოსაქვეყნებლად.

**4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები — არა**

**4.1.**

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები: — არა

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

## 5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1. გაუმჯობესებული სიმძლავრის ფაქტორის მქონე თერმოელექტრული კომპოზიტი, Thermoelectric composite with enhanced Power Factor, გავლილია ფორმალური მოთხოვნების ექსპერტიზა.
2. ოქსიდური თერმოელექტრული კერამიკა, Oxide Thermoelectric Ceramics, დაცვის ობიექტის დადგენა დასრულებულია
3. კობალტის ფუძიანი ოქსიდური თერმოელექტრული კერამიკა, Cobalt-based Oxide Thermoelectric Ceramics, ექსპერტიზის დასკვნა-დადებითი.
4. კობალტის ფუძიანი თერმოელექტრული კერამიკა, Cobalt-based Thermoelectric Ceramics, პირველადი გამოქვეყნება დასრულებულია.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტფლობელი/ები

1. ნიკოლოზ მარგიანი, იამზე ქვარცხავა, ვახტანგი ჟღამაძე, გიორგი მუმლაძე, ლევანი გაბისონია.
2. ნიკოლოზ მარგიანი, ვახტანგი ჟღამაძე, იამზე ქვარცხავა, გიორგი მუმლაძე, ზურაბ ადამია, მზია ცირეკიძე.
3. ნიკოლოზ მარგიანი, ვახტანგი ჟღამაძე, გიორგი მუმლაძე, იამზე ქვარცხავა, ზურაბ ადამია, ნათია მარგიანი, ნინო მუმლაძე.



4. ნიკოლოზ მარგიანი, გიორგი მუმლაძე, ვახტანგი ჟღამაძე, იამზე ქვარცხავა, ნათია მარგიანი, ნინო მუმლაძე.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1. AU 2021 15626
2. AU 2021 15569
3. AU 2020 15507
4. AU 2020 15487

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.2. სახელმძღვანელოები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.3. კრებულები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

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

1) ავტორი/ავტორები — არა

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7.2. სახელმძღვანელოები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

### 7.3. კრებულები — არა

#### 1) ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 7.4. სტატიები

#### 1) ავტორი/ავტორები

1. A. S. Kuzanyan, N. G. Margiani, V. V. Zhghamadze, I. G. Kvartskhava, G. A. Mumladze, and G. R. Badalyan
- 2.

#### 2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. Impact of Sr(BO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> Dopant on Power Factor of Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>Co<sub>1.8</sub>O<sub>y</sub> Thermoelectric, 2021, DOI: 10.3103/S1068337221020092
- 2.

#### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Journal of Contemporary Physics (Armenian Academy of Sciences), vol. 56, no 2, pp.228-233.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

1. 6
- 2.

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. სტატიაში აისახა სტრონციუმის ბორატიტ დოპირების ზეგავლენა Bi-Sr-Co-O თერმოელექტრული სისტემის სიმძლავრის ფაქტორზე. ნაჩვენებია იქნა, რომ სინთეზირებული მასალების სიმკვრივე იზრდება დოპირების შედეგად. ზეებეკის კოეფიციენტის მნიშვნელობა არაა დამოკიდებული დოპირების დონეზე. ამავე დროს, დოპირების შედეგად კუთრი წინაღობა საგრძნობლად მცირდება. კუთრი წინაღობისა და ზეებეკის კოეფიციენტის ტემპერატურული დამოკიდებულებების გაზომვების საფუძველზე გამოთვლილი Bi-Sr-Co-O თერმოელექტრული სისტემის სიმძლავრის ფაქტორი 2.5-ჯერ უმჯობესდება სათანადო დოპირების შედეგად.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. Iamze KVARTSKHAVA, Nikoloz MARGIANI, Giorgi MUMMLADZE, Vakhtang ZHGHAMADZE
2. Astghik Kuzanyan, Giorgi Mumladze, Vahan Nikoghosyan, Nikoloz Margiani, Armen Kuzanyan

#### 2) მოხსენების სათაური

1. EFFECT OF BN ADDITIVE ON THERMOELECTRIC PROPERTIES OF  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Co}_{1.8}\text{O}_y$  CERAMICS
2. Single-photon thermoelectric detector with  $\text{Bi}(\text{Pb})\text{-}2223$  superconducting thin film layers

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 6<sup>th</sup> International Conference “Nanotechnology” (GTUnano), October 5 – 8, 2021, Tbilisi, Georgia  
თბილისი, საქართველო, სტუ, 5–8 ოქტომბერი, 2021
2. 6<sup>th</sup> International Conference “Nanotechnology” (GTUnano), October 5 – 8, 2021, Tbilisi, Georgia  
თბილისი, საქართველო, სტუ, 5–8 ოქტომბერი, 2021

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

### 8. 2. უცხოეთში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. ნ. მარგიანი, ა.კუზანიანი, გ.მუმლაძე, ი.ქვარცხავა, ვ.ჟღამაძე, ზ.ადამია
2. გ. მუმლაძე, ნ.მარგიანი, ი.ქვარცხავა, ვ.ჟღამაძე, ა.კუზანიანი
3. ვ.ჟღამაძე, ნ.მარგიანი, ა.კლინდიუკი, გ. მუმლაძე, ა.კუზანიანი, ი.ქვარცხავა, გ.ბადალიანი

#### 2) მოხსენების სათაური

1. Impact of  $\text{Ca}(\text{BO}_2)_2$  doping on high- $T_c$  phase formation and transport properties of  $\text{Bi}(\text{Pb})\text{-}2223$  superconductor.
2. Effect of  $\text{Pb}(\text{BO}_2)_2$  doping on power factor of  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Co}_{1.8}\text{O}_y$  thermoelectric ceramics.
3. Improvement of  $\text{Bi}_2\text{Ca}_2\text{Co}_{1.7}\text{O}_y$  thermoelectric properties by  $\text{Pb}(\text{BO}_2)_2$  doping

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. The 15th European Conference on Applied Superconductivity (EUCAS2021), Moscow, Russian Federation, September 5-9, 2021 (ონლაინ ფორმატი).
2. International Conference on Oxide Materials for Electronic Engineering – fabrication, properties and application Lviv, Ukraine / September 28 - October 2, 2021
3. International Conference on Oxide Materials for Electronic Engineering – fabrication, properties and application Lviv, Ukraine / September 28 - October 2, 2021

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

1. პირველად იქნა ჩატარებული  $\text{Bi}(\text{Pb})$  ზეგამტარი სისტემის დოპირება კალციუმის ბორატი. მომზადდა სტატია, რომელიც გადაცემულია უცხოურ, იმპაქტ-ფაქტორიან ჟურნალში დასაბეჭდად. არსებული დიდძალი ლიტერატურული მასალის შეჯერების შედეგად მოხსენებაში ნაჩვენებია, რომ ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგად მიღწეულია ბისმუტის ფუძიანი მაღალტემპერატურული ზეგამტარის ფაზწარმოქმნის რეკორდული სიჩქარე—1.7 % საათში, მაშინ როდესაც ლიტერატურული მონაცემები 0.3–1.0 % საათში ფარგლებში მერყეობს. გარდა

ფაზწარმოქმნის მნიშვნელოვანი გაუმჯობესებისა, კალციუმის ბორატით დოპირებულ მასალაში მიღწეულ იქნა კრიტიკული დენის სიმკვრივის ზრდა.

2. მოხსენებაში აისახა ტყვიის ბორატით დოპირების ზეგავლენა Bi-Sr-Co-O თერმოელექტრული სისტემის სიმძლავრის ფაქტორზე. კუთრი წინაღობისა და ზეებეკის კოეფიციენტის ტემპერატურული დამოკიდებულებების გაზომვათა საფუძველზე გამოთვლილი Bi-Sr-Co-O თერმოელექტრული სისტემის სიმძლავრის ფაქტორი 1.8-ჯერ უმჯობესდება სათანადო დოპირების შედეგად.
3. მოხსენებულ იქნა ტყვიის ბორატით დოპირების ზეგავლენა Bi-Ca-Co-O თერმოელექტრული სისტემის სიმძლავრის ფაქტორზე და ვარგისიანობის მაჩვენებელზე. კუთრი წინაღობის, ზეებეკის კოეფიციენტისა და თბოგამტარობის ტემპერატურული დამოკიდებულებების გაზომვათა საფუძველზე გამოთვლილ იქნა სიმძლავრის ფაქტორი და ვარგისიანობის მაჩვენებელი. მიღებული შედეგების თანახმად, Bi-Sr-Co-O თერმოელექტრული სისტემის სიმძლავრის ფაქტორი 18%-ით, ხოლო ვარგისიანობის მაჩვენებელი 14 %-ით უმჯობესდება სათანადო დოპირების შედეგად.

შენიშვნა: მოხსენებები გამოქვეყნდა ფორუმის მასალებში, მაგრამ საჭიროდ მივიჩნიეთ ანოტაციების შეტანა ანგარიშში.

## ოპტიკურად მართვადი ანიზოტროპული სისტემების განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. თხევადკრისტალურ ფენებში ოპტიკურად მართვადი პროცესების კვლევა (ფიზიკა, ოპტიკა)
2. ახალი ტიპის თხევადკრისტალური ლაზერების შემუშავება (ფიზიკა, ოპტიკა)
3. ოპტიკურად მართვადი სივრცულად მოდულირებული ლაზერული გენერაცია საღებავით დოპირებულ პოლიმერულ და თხევადკრისტალურ ფენებში (ფიზიკა, ოპტიკა)
4. მონოლითური რეზონატორული ლაზერის (MRR) გამოსხივების თავისებურებები სრული შინაგანი არეკვლის კრიტიკული კუთხის საზღვრებში (ფიზიკა, ოპტიკა)
5. გალიუმის ფოსფიდის ზედაპირზე InGaP კვანტურწერტილებიანი ფენის ფორმირების მექანიზმის კვლევა (ფიზიკა, ნახევარგამტარების ფიზიკა, ნანოტექნოლოგია)
6. ოპტიკური ანიზოტროპიის კვლევა (ორმაგსხივტება და სინათლის ტალღის პოლარიზაციის კონვერსია) კვანტურორმოიან სტრუქტურებში კუბური ნახევარგამტარული კრისტალების ბაზაზე

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2021–2023
2. 2014–2025
3. 2021–2023
4. 2021–2023
5. 2021–2023
6. 2021–2023

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ანდრო ჭანიშვილი — ხელმძღვანელი, გაია პეტრიაშვილი, ცისანა ზურაბიშვილი, სვეტლანა თავზარაშვილი, ზურაბ ვარდოსანიძე, ნინო ფონჯავიძე, მარინა არონიშვილი — შემსრულებლები.
2. ანდრო ჭანიშვილი — ხელმძღვანელი, გაია პეტრიაშვილი, ცისანა ზურაბიშვილი, სვეტლანა თავზარაშვილი, ზურაბ ვარდოსანიძე, ნინო ფონჯავიძე, მარინა არონიშვილი — შემსრულებლები.
3. ზურაბ ვარდოსანიძე — ხელმძღვანელი; ანდრო ჭანიშვილი, გაია პეტრიაშვილი, ცისანა ზურაბიშვილი, ნინო ფონჯავიძე — მკვლევარები
4. ზურაბ ვარდოსანიძე — ხელმძღვანელი; ანდრო ჭანიშვილი, გაია პეტრიაშვილი, ცისანა ზურაბიშვილი, ნინო ფონჯავიძე — მკვლევარები
5. თინათინ ლაფერაშვილი — ხელმძღვანელი, ო. კვიციანი — შემსრულებელი, დ. ლაფერაშვილი — შემსრულებელი
6. ოლეგ გოგოლინი — ხელმძღვანელი, ელენე ციციშვილი, იუჯინ ბლაგიძე, ვახტანგ ედილაშვილი, რუსიკო ჯანელიძე — შემსრულებლები

## 2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

### 2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. თხევადკრისტალურ ფენებში ოპტიკურად მართვადი პროცესების კვლევა (ფიზიკა, ოპტიკა)
2. ახალი ტიპის თხევადკრისტალური ლაზერების შემუშავება (ფიზიკა, ოპტიკა)
3. ოპტიკურად მართვადი სივრცულად მოდულირებული ლაზერული გენერაცია საღებავით დოპირებულ პოლიმერულ და თხევადკრისტალურ ფენებში (ფიზიკა, ოპტიკა)
4. მონოლითური რეზონატორული ლაზერის (MRR) გამოსხივების თავისებურებები სრული შინაგანი არეკვლის კრიტიკული კუთხის საზღვრებში (ფიზიკა, ოპტიკა)
5. გალიუმის ფოსფიდის ზედაპირზე InGaP კვანტურწერტილებიანი ფენის ფორმირების მექანიზმის კვლევა (ფიზიკა, ნახევარგამტარების ფიზიკა, ნანოტექნოლოგია)
6. ოპტიკური ანიზოტროპიის კვლევა (ორმაგსხივტება და სინათლის ტალღის პოლარიზაციის კონვერსია) კვანტურორმოიან სტრუქტურებში კუბური ნახევარგამტარული კრისტალების ბაზაზე

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021–2023
2. 2014–2025
3. 2021–2023
4. 2021–2023
5. 2021–2023
6. 2021–2023

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ანდრო ჭანიშვილი — ხელმძღვანელი, გია პეტრიაშვილი, ცისანა ზურაბიშვილი, სვეტლანა თავზარაშვილი, ზურაბ ვარდოსანიძე, ნინო ფონჯავიძე, მარინა არონიშიძე — შემსრულებლები.
2. ანდრო ჭანიშვილი — ხელმძღვანელი, გია პეტრიაშვილი, ცისანა ზურაბიშვილი, სვეტლანა თავზარაშვილი, ზურაბ ვარდოსანიძე, ნინო ფონჯავიძე, მარინა არონიშიძე — შემსრულებლები.
3. ზურაბ ვარდოსანიძე — ხელმძღვანელი; ანდრო ჭანიშვილი, გია პეტრიაშვილი, ცისანა ზურაბიშვილი, ნინო ფონჯავიძე — მკვლევარები
4. ზურაბ ვარდოსანიძე — ხელმძღვანელი; ანდრო ჭანიშვილი, გია პეტრიაშვილი, ცისანა ზურაბიშვილი, ნინო ფონჯავიძე — მკვლევარები
5. თინათინ ლაფერაშვილი — ხელმძღვანელი, ო. კვიციანი — შემსრულებელი, დ. ლაფერაშვილი — შემსრულებელი
6. ოლეგ გოგოლინი — ხელმძღვანელი, ელენე ციციშვილი, იუჯინ ბლაგიძე, ვახტანგ ედილაშვილი, რუსიკო ჯანელიძე — შემსრულებლები

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. ჩატარებულია ფოტომგრძნობიარე თხევადკრისტალური მასალების კვლევა. ამ კვლევის ამოცანები იყო: ქოლესტერული თხევადკრისტალური ნარეგების არაფოტომგრძნობიარე და

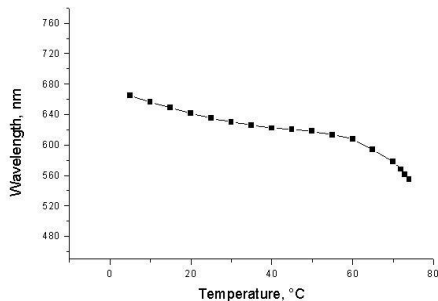


ფოტომგრძობიარე კომპონენტების კვლევა, მათი ოპტიკური მახასიათებლების შესწავლა, ამ კომპონენტებისაგან ქოლესტერული ნარეგების დამზადება და მათი ოპტიკური მახასიათებლების შესწავლა. ამისათვის, უპირველეს ყოვლისა, შერჩეულ იქნა ქიმიურად და ფოტოქიმიურად მდგრადი, ფართო ტემპერატურული ინტერვალის მქონე არაფოტომგრძობიარე კომპონენტები. გამოკვლეული იყო ნემატური თხევადკრისტალური (ნთკ) მატრიცები და ოპტიკურად აქტიური დანამატები (ოად). გაზომილი იყო მათი სინათლის შთანთქმისა და გამჭვირვალობის სპექტრები.

დადგენილი იყო ნივთიერებების თხევადკრისტალური ფაზის ტემპერატურული დიაპაზონები და მათი მდგრადობა ულტრაიისფერი გამოსხივებისადმი. შემდეგ ამ კომპონენტების საფუძველზე დამზადებული იყო ქოლესტერული ნარეგები, რომელთა სელექტიური არეკვლა მდებარეობს სპექტრის ხილულ უბანში. ამ ნარეგების ტემპერატურული სტაბილურობის დასადგენად გამოკვლეული იყო სპექტრების ტემპერატურული დამოკიდებულება.

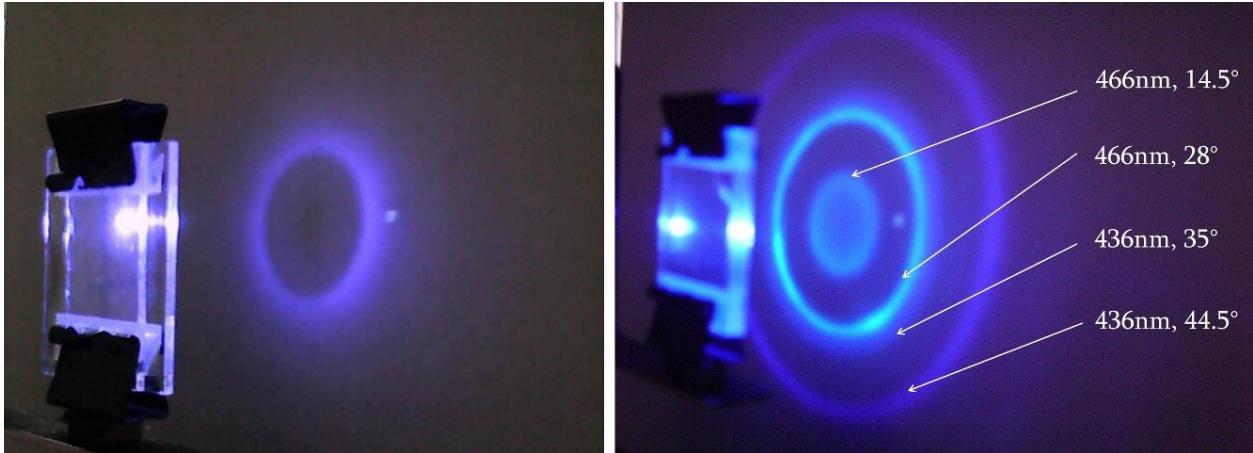
აგრეთვე შერჩეულ იქნა ფოტომგრძობიარე კომპონენტები როგორც ქიმიურად მდგრადი, ფართო ტემპერატურული დიაპაზონის ქოლესტერული ნარეგების ნაწილი. განხილულია სამი ნემატური ფოტომგრძობიარე მატრიცა და ერთი ფოტომგრძობიარე ოპტიკურად აქტიური დანამატი. გაიზომა მათი სინათლის შთანთქმისა და გამჭვირვალობის სპექტრული მახასიათებლები.

გამოკვლეული იქნა ფოტომგრძობიარე ქოლესტერული ნარეგების ტემპერატურული დამოკიდებულება. სურათზე ნაჩვენებია ნემატიკისა ZhK-440 და ოად-ს ZLI-6248 სელექტიური არეკვლის ტალღის სიგრძის ტემპერატურული დამოკიდებულება.



ამგვარად, შერჩეულია არაფოტომგრძობიარე და ფოტომგრძობიარე კომპონენტები და ამ კომპონენტებისაგან დამზადებულია ქოლესტერული ნარეგები და შესწავლილია მათი ოპტიკური მახასიათებლები.

2. გრძელდებოდა ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ ფენებში ფერადი კონუსური (color cone) ლაზერული გენერაციის შესწავლა. მიღებული იყო კონუსური გენერაცია არა მარტო ერთ ნარეგში, როგორც ადრე, არამედ სხვადასხვა თხევადკრისტალურ მასალებში, რომლებიც დოპირებული იყო სხვადასხვა ლუმინესცენციური საღებარებით, რამაც გვიჩვენა, რომ ეფექტი გამოწვეულია არა კონკრეტული საღებარის ან მასალის მიერ. დადგენილია, რომ კონუსური გენერაცია დაიშორება საღებარების ლუმინესცენციური გამოსხივების მაქსიმუმების ტალღის სიგრძეებზე ფოტონური აკრძალული ზონის ორივე კიდეზე. ამიტომ საღებარი, რომელსაც გააჩნია ერთი პიკი, იძლევა ორ კონუსურ ლაზერულ გამოსხივებას და საღებარი, რომელსაც გააჩნია ორი პიკი, იძლევა ოთხ კონუსურ ლაზერულ გამოსხივებას. ფოტონური აკრძალული ზონის მდებარეობის შერჩევით ჩვენ შეგვიძლია მივიღოთ გამოსხივების კუთხეებისა და კონუსური სხივების რაოდენობის ცვლილება. ეკრანზე გამოსხივება ჩანს რგოლების სახით (იხ. სურათი).



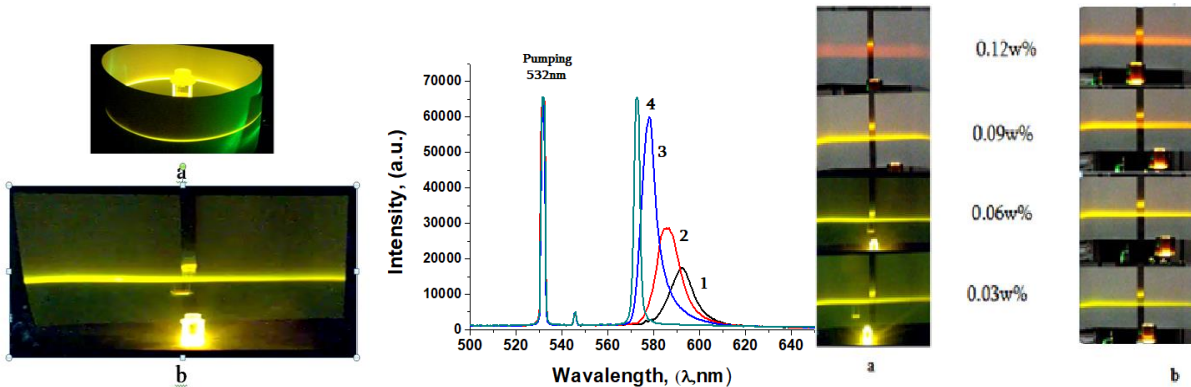
გაზომილია ლაზერული გამოსხივების პარამეტრები. დადგენილია გამოსხივების კუთხების დამოკიდულობა პიკებისა და ფოტონური აკრძალული ზონის ტალღის სიგრძეებზე. მზადდება სტატია იმპაქტ-ფაქტორიან ჟურნალში გამოსაქვეყნებლად.

3–4) მიღებულია ორი ახალი ტიპის ლაზერული გამომსხივებელი საღებავით დოპირებული ქოლესტერული თხევადკრისტალური, პოლიმერული და სპირტხსნარის საფუძველზე. პირველი ორი წარმოადგენს სივრცულად მოდულირებულ ლაზერულ გენერატორს, რომლის გამოსხივებაც შეიცავს ინფორმაციას აღმზნებ ინტერფერენციულ ველში, ინტერფერირებადი ტალღების ფაზური თანაფარდობის შესახებ. ამ თვალსაზრისით, მსგავსი ლაზერი წარმოადგენს ჰოლოგრაფიული ელემენტის ანალოგს, რომელიც ახორციელებს ტალღური ფრონტის აღდგენას, არა დაცემული სინათლის პასიური დიფრაქციის ხარჯზე, არამედ მის მიერვე გენერირებული გამოსხივების ხარჯზე. შესაბამისად, ავტორის მიერ (ზურაბ ვარდოსანიძე) მას პირობითად ეწოდა ლაზერული, ანუ აქტიური ჰოლოგრაფა.

მეორე ტიპის ლაზერი, განსხვავებით აქამდე ცნობილი ლაზერებისაგან, რომლებიც იძლევიან ერთი წრფის გასწვრივ გავრცელებად გამოსხივებას, ასხივებს წრიულად ერთ სიბრტყეში. მსგავსი ლაზერები წარმოადგენენ სიახლეს და ეფუძნებიან არა მხოლოდ რეზონატორული გაძლიერების პრინციპს, არამედ, ძირითადად, დამყარებული არიან სრული სუპერლუმინესცენციისა და სუპერრადიაციის მოვლენაზე, რომლებიც შესწავლილი იქნა ჯერ კიდევ 1954 წელს დიკეს მიერ, თანამედროვე ლაზერების გამოგონებამდე. მსგავსი ლაზერების უპირატესობაა ის, რომ მათი სივრცული და დროითი კოჰერენტულობა შესაძლებელია იყოს ორ-სამჯერ უფრო მაღალი, ვიდრე თანამედროვე ლაზერებისა. გარდა ამისა მათ უკვე აქვთ გამოყენების გამოკვეთილი პერსპექტივა სანავიგაციო სისტემებში, როგორც დედამიწის პირობებში ისე კოსმოსურ სივრცეში.

მამასადამე, როგორც ცნობილია, ჩვეულებრივი ლაზერები ხასიათდებიან ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული გამოსხივებით. ამჟამად შექმნილია ლაზერი, წესიერი გეომეტრიული ფორმის აღზნებული ლაზერული ფენის საფუძველზე, რომელიც იძლევა, ლაზერული ფენის სიბრტყეში, წრიულად, თანაბარ, სივრცულად სელექტურ გამოსხივებას. ამ დროს მისი ვერტიკალური განშლადობა არ აღემატება 4 მილირადიანს. ამ დროს შესაძლებელია მისი გამოსხივების ოპტიკური სპექტრული მახასიათებლების, ისე სივრცული აპექტრის, ვარირება (სურ.1–3). ლაზერის მოქმედება ეფუძნება დიკეს სუპერრადიაციის ეფექტს, სუპერლუმინესცენციის მოვლენას და მონოლითური წრიული რეზონატორების მოქმედების პრინციპებს [1–3]. მიღებული ლაზერული გამომსხივებლის,

როგორც ლაზერული შუქურის, ერთ-ერთი პრაქტიკული გამოყენების სფერო შესაძლებელია იყოს სანავიგაციო სისტემები.



სურ.1-3

5. ენერგიის განახლებადი წყაროების ეფექტურ ათვისებას უდიდესი ყურადღება ეთმობა მსოფლიოში, ხოლო მზის ელემენტების განვითარება ერთერთ პრიორიტეტს წარმოადგენს. ცნობილია, რომ ნახევარგამტარის განიერი აკრძალული ზონა უზრუნველყოფს ელემენტის გახსნილი წრედის ძაბვის და შევსების ფაქტორის დიდ მნიშვნელობებს, რაც თავის მხრივ განაპირობებს გარდაქმნის მაღალ ეფექტიანობას. მაგალითად, გალიუმის ფოსფიდზე დამზადებული მზის ელემენტი განხილულია [13]. ხოლო Si/GaP ტანდემის ბაზაზე შექმნილი მზის ელემენტები ინტენსიური კვლევის ობიექტი გახდა ბოლო ხანს. რადგან სილიციუმი მესრის პარამეტრით თავსებადია გალიუმის ფოსფიდთან; ხოლო გალიუმის ფოსფიდზე ტექნოლოგიურად შესაძლებელია III-V შენაერთების სხვადასხვა შედგენილობის თხელფიროვანი და კვანტურ განზომილებიანი მასალების გაზრდა. GaP/Si ჰეტეროგადასასვლელი, როგორც ეფექტური მზის ელემენტი განხილული იყო [14-15]. უნდა აღვნიშნოთ, რომ ამ მიმართულებით გალიუმის ფოსფიდის გარდა, პერსპექტიულად მიიჩნევა Si-თან მესრის პარამეტრით თავსებადი პეროვსკიტების ჯგუფი 1.7 ევ აკრძალული ზონით, რაც მიმზიდველია 1.1 ევ აკრძალული ზონის მქონე Si-თან ტანდემის შესაქმნელად [18].

უნდა აღვნიშნოს, რომ მესრის პარამეტრების თავსებადობის მიუხედავად, GaP/Si მრავალგადასვლიანი მზის ელემენტების შექმნისას მაინც იჩენს თავს პოლარობასა და ზედაპირების თერმული გაფართოების კოეფიციენტებში დიდ განსხვავებასთან და გამყოფი ზედაპირის მიმდებარე ფენებში ამით გამოწვეული დეფექტების წარმოქმნასთან დაკავშირებული პრობლემები.

GaP/Si მზის ელემენტის გარდაქმნის ეფექტურობის გაუმჯობესება შესაძლებელია III-V ჯგუფის ნახევარგამტარის ზედაპირზე ნანოსტრუქტურირებული III-V მასალის დამატების გზით.

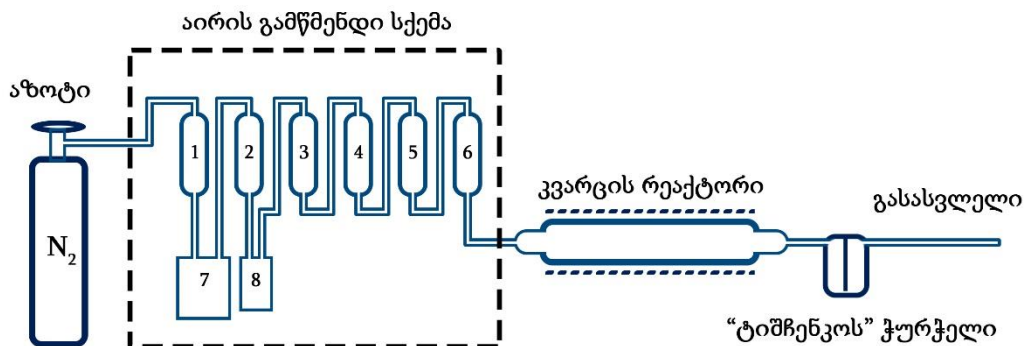
შემუშავებულია III-V ნანოკრისტალების ფენის დამზადების ტექნოლოგია, რომელიც მოიცავს III ჯგუფის ლითონის ელექტროქიმიური დაფენას III-V ნახევარგამტარის ზედაპირზე და ინერტული გაზის ატმოსფეროში გამოწვას. წარმოდგენილია ექსპერიმენტულად დამზადებული InGaP/GaP-ნანოსტრუქტურირებული მასალის შთანთქმის სპექტრის კვლევის შედეგები და ა GaP-ის

ზედაპირზე InGaP-ის ნანოსტრუქტურირებული ფენის ფორმირების მექანიზმის ფენომენოლოგიური მოდელი. აღწერილია III-V კვანტური წერტილების გამოყენების შესაძლებლობები კვანტური კომპიუტერისა და მზის ელემენტების მოწყობილობებში, აგრეთვე განიხილება მათი გამოყენების შესაძლებლობები ოპტიკურ კავშირგაბმულობაში.

შემუშავებული ნანოსტრუქტურირებული ფენის გაზრდის ორიგინალური მეთოდი მოითხოვს III-V ნახევარგამტარზე III ჯგუფის ლითონების და მათი მყარი ხსნარების დაფენას და ინერტული აირის ატმოსფეროში თერმოდამუშავებას.

ნახევარგამტარზე მეტალის დაფენა ხდება ელექტროქიმიური მეთოდით. ნანოსტრუქტურირებული ფენის ფორმირებისთვის საჭიროა ორი ტექნოლოგიური საფეხური: I ეტაპზე ხდება ნახევარგამტარის ზედაპირზე III ჯგუფის მეტალების ელექტროქიმიური დაფენა უშუალოდ დაფენის წინ ელექტროქიმიურად გასუფთავებულ ზედაპირზე. ელექტროლიტად გამოიყენება მეტალის ქლორიდის, მაგალითად  $\text{InCl}_3$ -ის წყალხსნარი, რომელიც იმავდროულად შეიცავს ნივთიერებას ნახევარგამტარის ელექტროქიმიური გასუფთავებისთვის, მაგალითად  $\text{NaOCl}$ -ს. ნახევარგამტარის ზედაპირის გასუფთავება და მეტალის თხელი ფენის დაფენა ხდება ერთიან ტექნოლოგიურ საფეხურზე, ოთახის ტემპურატურაზე, რაც GaP/Si შაბლონის სტრუქტურაში არ გამოიწვევს მნიშვნელოვან სტრუქტურულ ცვლილებას მეტალების დაფენის მაღალ ტემპურატურაზე მიმდინარე სხვა მეთოდებისაგან განსხვავებით.

II ეტაპზე შაბლონი მასზე დაფენილი მეტალით თავსდება კვარცის რეაქტორში და გაცხელდება დაფენილი მეტალის ლვობის ტემპურატურასთან მიახლოებულ ტემპურატურაზე. გაცხელდება დაფენილი მეტალის ლვობის ტემპურატურასთან მიახლოებულ ტემპურატურებზე. თერმოდამუშავება მიმდინარეობს სისტემის გამოყენებით, რომლის ბლოკ-სქემა ნაჩვენებია ნახ- ზე და რომელიც შედგება გაზის გამწმენდი მოწყობილობისა და რეაქტორისაგან



ნახ.1. ექსპერიმენტული დანადგარის სქემა

რეაქტორში გაციების პროცესში ხდება ნანოსტრუქტურირებული ფენის ფორმირება, რასაც ადასტურებს მიღებული ზედაპირის მიკროსკოპული კვლევა.

ჩვენს მიერ ჩატარებული წინასწარი კვლევებით ნაჩვენებია იქნა, რომ შემუშავებული ტექნოლოგიით GaP-ზე In-ის და  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}$ -ის ელექტროქიმიური დაფენით და თერმოდამუშავებით GaP-ის ზედაპირზე მიიღება ნანოსტრუქტურირებული ფენები, ერთ-ერთი ნიმუშის შთანთქმის სპექტრი ნაჩვენებია ნახ.2-ზე, საიდანაც ჩანს, რომ დამზადებული სტრუქტურა ხასიათდება შთანთქმის

მაღალი ეფექტიანობით სინათლის ელექტრომაგნიტურ გამოსხივების 600-700 ნმ დიაპაზონში. კვლევის შედეგები წარდგენილიყო იყო საერთაშორისო კონფერენციაზე კანადაში და მომზადებულია სტატია საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში გამოსაქვეყნებლად.

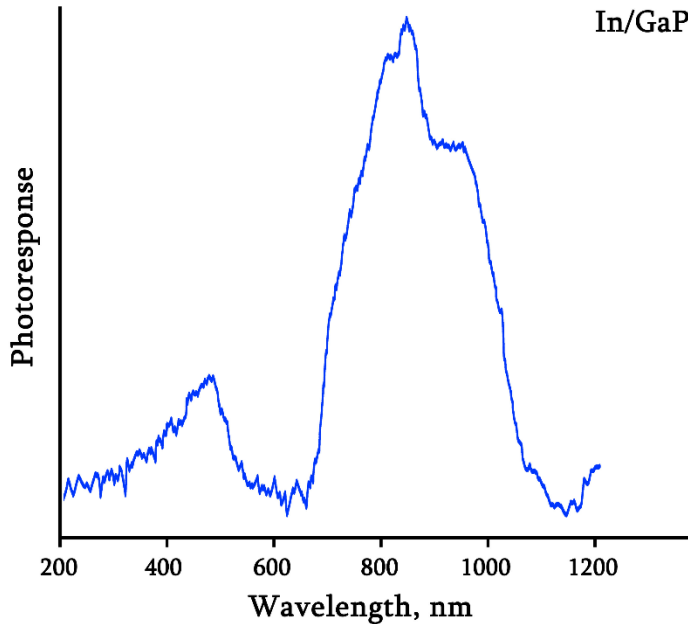


Figure 2. Photo absorbance of In/GaP after annealing at annealed at 290°C during 10 min;

ნახ.2. In/GaP-ის ფოტო შთანთქმის სპექტრი 290°C- ტემპერატურაზე 10 წუთი თერმოდამუშავების შემდეგ.

მომავალ წელს იგეგმება კვლევების გაგრძელება უფრო მაღალ საფეხურზე. კვლევების შედეგად ექსპერიმენტულად იქნება დადგენილი:

- ა) დაფენილი მეტალის სისქის დამოკიდებულება ელექტროლიტში მეტალის კონცენტრაციასა და დაფენის რეჟიმი (დენის სიმკვრივე და დაფენის ხანგრძლივობის) პირობებზე.
  - ბ) სტრუქტურირებული ფენის მახასიათებლების (მორფოლოგია, ზედაპირზე განაწილება, შთანთქმის სპექტრი, ლუმინესცენციის სპექტრი) დამოკიდებულება დაფენილი მეტალის სისქესა და თერმოდამუშავების პირობებზე (ტემპერატურა, ხანგრძლივობა და გაციების რეჟიმი).
  - გ) დაგეგმილი ფიზიკური კვლევების შესრულების შედეგად შესაძლებელი იქნება მუხტის გადატანის მექანიზმის შესწავლა, რაც აუცილებელია მზის ელემენტებში მისი გამოყენებისთვის.
- შესრულებული ექსპერიმენტული კვლევების შედეგებისა და თეორიული კვლევების ანალიზი საშუალებას მოგვცემს GaP-ს ზედაპირზე ნანოსტრუქტურირებული ფენის ფორმირების ფენომენოლოგიური მოდელის აღწერიდან გადავიდეთ ფორმირების მექანიზმის ზუსტი აღწერაზე. დავადგინოთ ნახევარგამტარის ზედაპირზე მეტალის დაფენისა და თერმული დამუშავების შედეგად ნანოსტრუქტურირებული ფენის ფორმირების თეორიული მოდელი.

კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით წარდგენილია 2 სტატია გამოსაქვეყნებლად ადგილობრივ გამოცემებში, მათ შორის — ერთ რეიტინგულში.



6. გამოკვლევულ იქნა ოპტიკური ანიზოტროპია სინათლის არეკვლისა და გარდატეხისას კვანტურორმოებიან ნახევარგამტარულ სტრუქტურებში. განიხილებოდა კვანტური ორმოები, გამოზრდილი კუბური სიმეტრიის ნახევარგამტარული კრისტალების ბაზაზე ინვერსიის ცენტრის გარეშე მადალსიმეტრიული მიმართულებით (001). ნაჩვენებია, რომ კვანტურ ორმოზე წრფივად პოლარიზებული სინათლის ნორმალური დაცემისას დაიმზირება არეკვლილი ტალღის პოლარიზაციის კონვერსიის ეფექტი:  $s(p)$  პოლარიზებული სინათლის დაცემისას არეკვლილ ტალღაში ჩნდება  $p(s)$  კომპონენტი. მიკროსკოპიული თვალსაზრისით, ზონათაშორისი გადასვლის არეში ეს ეფექტი დაკავშირებულია იმპულსის მიხედვით წრფივი სპინ-ორბიტალური ურთიერთქმედებით სავალენტო ზონაში. რიცხვითი შეფასებები უჩვენებს, რომ ეფექტი დამზერილია ექსპერიმენტალურად და შეიძლება საინტერესო იყოს სინათლის ტალღის პოლარიზაციის მართვისას.

## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით — არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

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

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

### 3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

#### 4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები — არა

## 4.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები: — არა

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები — არა

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1.

2.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*



## 6.2. სახელმძღვანელოები — არა

### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 6.3. კრებულები — არა

### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით — არა

### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7.2. სახელმძღვანელოები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7.3. კრებულები — არა

1) ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

1. ზურაბ ვარდოსანიძე
2. ზურაბ ვარდოსანიძე

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. Azo-Dye Doped Polymers as an Universal Light Polarization Sensitive Photo Material, A 11, doi: 10.17265/2161-6213/2021.1-3.001

2. Radiation of the Light Excited Layer of the Alcohol Solution of the Dye Rhodamine 6g, 9(4), DOI:10.14738/aivp.94.10713

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Journal of Materials Science and Engineering
2. European Journal of Applied Sciences

4) გვერდების რაოდენობა

1. 3
2. 10

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. პირველ ნაშრომში გამოკვლეულია ნაჩვენებია აზო-სადებავეებით დოპირებული პოლიმერების უნივერსალური თვისებები როგორც პოლარიზაციულად შუქმგრძობიარე მასალებისა. განსაკუთრებით გამოკვეთილია მათი გამოყენების პერსპექტივები პოლარიზაციულ ფოტოგრაფიაში და დადასტურებულია მათი მაღალი პოლარიზაციული მგრძობიარობის სხვა ნებისმიერ პოლარიზაციულ ანალიზატორთან შედარებით. მოყვანილის უნიკალური ექსპერიმენტული შედეგებით სხვა და სხვა ობიექტების პოლარიმეტრული გამოსახულებების ფოტოების სახით.
2. ნაშრომში მიღებული და გამოკვლეულია ახალი ტიპის ლაზერი, რომელიც განსხვავებულია აქამდე ცნობილი ლაზერებისაგან, რომლებიც იძლევიან ერთი წრფის გასწვრივ გავრცელებად გამოსხივებას, ასხივებს წრიულად ერთ სიბრტყეში. მსგავსი ლაზერები წარმოადგენენ სიახლეს და ეფუძნებიან არა მხოლოდ რეზონატორული გამძიერების პრინციპს, არამედ, ძირითადად, დამყარებული არიან სრული სუპერლუმინესცენციისა და სუპერრადიაციის მოვლენაზე, რომლებიც შესწავლილი იქნა ჯერ კიდევ 1954 წელს დიკეს მიერ, თანამედროვე ლაზერების გამოგონებამდე. მსგავსი ლაზერების უპირატესობაა ის, რომ მათი სივრცული და დროითი კოჰერენტულობა შესაძლებელია იყოს ორ-სამჯერ უფრო მაღალი, ვიდრე თანამედროვე ლაზერებისა. გარდა ამისა მათ უკვე აქვთ გამოყენების გამოკვეთილი პერსპექტივა სანავიგაციო სისტემებში, როგორც დედამიწის პირობებში ისე კოსმოსურ სივრცეში.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. ლალი დევამე, გ.პეტრიაშვილი, შ.ახობაძე, ც.ზურაბიშვილი, ნ.სეფაშვილი
- 2.

2) მოხსენების სათაური

1. Spiropyran with negative photochromism for nanotechnology
- 2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. მე-6 საერთაშორისო კონფერენცია „ნანოტექნოლოგია“, 6th International Conference “Nanotechnology”, 2021, 4–8 ოქტომბერი, სტუ, საქართველო, თბილისი
- 2.

*მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

## 8. 2. უცხოეთში

### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. თ.ლაფერაშვილი, ო.კვიციანი, დ.ლაფერაშვილი

2.

### 2) მოხსენების სათაური

1. InGaP nanostructured layer on GaP surface

2.

### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. The 8<sup>th</sup> International Conference & Exhibition on Advanced & Nanomaterials, ICANM 2021, 9–11 August 2021, Ottawa, Canada

2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

1. კონფერენციაზე წარდგენილ მოხსენებაში აღწერილია III-V ნახევარგამტარებზე დაფუძნებული ნანომასალების თვისებები და მათი გამოყენების შესაძლებლობები. მოკლედ არის გგანიხილული InGaP / GaP კვანტური წერტილების დამზადების მეთოდები (სტრანსკი - კრასტანოვის ზრდის რეჟიმი, წვეთოვანი ეპიტაქსია და კოლოიდური კვანტური წერტილების ქიმიური სინთეზი). შეთავაზებულია III-V ნანოკრისტალების ფენის დამზადების ახალი ტექნოლოგია, რომელიც მოიცავს III ჯგუფის ლითონის ელექტროქიმიური დაფენას III-V ნახევარგამტარის ზედაპირზე და ინერტული გაზის ატმოსფეროში გამოწვას. წარმოდგენილია ექსპერიმენტულად დამზადებული InGaP/GaP ნანოსტრუქტურირებული მასალის შთანთქმის სპექტრის კვლევის შედეგები და შემოთავაზებულია GaP-ის ზედაპირზე InGaP-ის ნანოსტრუქტურირებული ფენის ფორმირების მექანიზმის ფენომენოლოგიური მოდელი. აღწერილია III-V კვანტური წერტილების გამოყენების შესაძლებლობები კვანტური კომპიუტერისა და მზის ელემენტების მოწყობილობებში, აგრეთვე განიხილება მათი გამოყენების შესაძლებლობებია ოპტიკურ კავშირგაბმულობაში.

## ინფორმაციის ჰოლოგრაფიული ჩაწერისა და დამუშავების ლაბორატორია

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ახალი მაღალეფექტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების შემუშავება ოპტიმალური ვექტორული პარამეტრებით (მასალათამცოდნეობა, ფიზიკური ქიმია, ოპტიკური მასალები).

2. პოლარიზაციული სენსიტომეტრიის ახალი სისტემა (ფიზიკური მეცნიერებები, ოპტიკა).

3. პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტროელიფსომეტრის შემუშავება (ფიზიკური მეცნიერებები, ოპტიკა, ინჟინერია და ტექნოლოგიები).

4. ფართო სპექტრულ დიაპაზონში პოლარიზაციულად მგრძობიარე ლუმინესცენტური მარეგისტრირებელი არეების მიღება; არეების ანიზოტროპულ-გიროტროპული, ლუმინესცენტური პარამეტრების კვლევა და ოპტიმიზაცია (ფიზიკური მეცნიერებები, ოპტიკა).

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2021-2023.

2. 2021-2023.

3. 2021-2023.

4. 2021-2023.

3) პროექტების შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. გიორგი კაკაურიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება, ფოტომეტრული დანადგარის შექმნა; ბარბარა კილოსანიძე - თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება; ირაკლი ჩაგანავა - პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგიის მოდიფიცირება, მიღებული შედეგების კომპიუტერული დამუშავება; იური მშვენიერაძე - ოპტოელექტრონული სისტემის შემუშავება.

2. ბარბარა კილოსანიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება; გიორგი კაკაურიძე - თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება, ლაბორატორიული მოდელის შექმნა; ირაკლი ჩაგანავა - ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია, მიღებული შედეგების კომპიუტერული დამუშავება; იური მშვენიერაძე - ოპტოელექტრონული სისტემის შემუშავება.

3. ბარბარა კილოსანიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება; გიორგი კაკაურიძე - თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება, ელიფსომეტრის ლაბორატორიული მოდელის შემუშავება; ირაკლი ჩაგანავა - ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია, მიღებული შედეგების

კომპიუტერული დამუშავება; იური მშენიარაძე - ლაბორატორიული მოდელის ოპტოელექტრონული სისტემის შემუშავება, მონაცემთა დამუშავება.

4. ვლადიმერ ტარასაშვილი - თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები, მონაცემთა დამუშავება და ანალიზი, ექსპერიმენტული დანადგარის შექმნა; ანა ფურცელაძე - თეორიული მოდელები, მონაცემთა დამუშავება და ანალიზი; ვალენტინა შავერდოვა - მარეგისტრირებელი არეების მიღება და კვლევის მეთოდების შექმნა; სვეტლანა პეტროვა - ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგიური სამუშაოები.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები.

2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ახალი მაღალეფექტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების შემუშავება ოპტიმალური ვექტორული პარამეტრებით (მასალათამცოდნეობა, ფიზიკური ქიმია, ოპტიკური მასალები).

2. პოლარიზაციული სენსიტომეტრიის ახალი სისტემა (ფიზიკური მეცნიერებები, ოპტიკა).

3. პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტროელიფსომეტრის შემუშავება (ფიზიკური მეცნიერებები, ოპტიკა, ინჟინერია და ტექნოლოგიები).

4. ფართო სპექტრულ დიაპაზონში პოლარიზაციულად მგრძობიარე ლუმინესცენტური მარეგისტრირებელი არეების მიღება; არეების ანიზოტროპულ-გიროტროპული, ლუმინესცენტური პარამეტრების კვლევა და ოპტიმიზაცია (ფიზიკური მეცნიერებები, ოპტიკა).

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2021-2023.

2. 2021-2023.

3. 2021-2023.

4. 2021-2023.

3) პროექტების შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. გიორგი კაკაურიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება, ფოტომეტრული დანადგარის შექმნა; ბარბარა კილოსანიძე - თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება; ირაკლი ჩაგანავა - პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგიის მოდიფიცირება, მიღებული შედეგების კომპიუტერული დამუშავება; იური მშენიარაძე - ოპტოელექტრონული სისტემის შემუშავება.

2. ბარბარა კილოსანიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება; გიორგი კაკაურიძე - თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება, ლაბორატორიული მოდელის შექმნა; ირაკლი

ჩაგანავა - ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია, მიღებული შედეგების კომპიუტერული დამუშავება; იური მშენიერაძე - ოპტოელექტრონული სისტემის შემუშავება.

3. ბარბარა კილოსანიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება; გიორგი კაკაურიძე - თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება, ელიფსომეტრის ლაბორატორიული მოდელის შემუშავება; ირაკლი ჩაგანავა - ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია, მიღებული შედეგების კომპიუტერული დამუშავება; იური მშენიერაძე - ლაბორატორიული მოდელის ოპტოელექტრონული სისტემის შემუშავება, მონაცემთა დამუშავება.

4. ვლადიმერ ტარასაშვილი - თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები, მონაცემთა დამუშავება და ანალიზი, ექსპერიმენტული დანადაგრის შექმნა; ანა ფურცელაძე - თეორიული მოდელები, მონაცემთა დამუშავება და ანალიზი; ვალენტინა შავერდოვა - მარეგისტრირებელი არეების მიღება და კვლევის მეთოდების შექმნა; სვეტლანა პეტროვა - ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგიური სამუშაოები.

***გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)***

1. აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით, მიმდინარე წლის სამუშაოს შეადგენდა, შარშან, 2020 წელს ჩატარებული კვლევების გაგრძელება. არსებული მუშაობის შედეგებით ჩვენს მიერ მოკვლეულია, რომ პოლიმერული ფოტონიზოტროპული არეების თვისებების (მგრძნობელობის და მიღწევადი ანიზოტროპიის სიდიდეს) გასაუმჯობესებლად რეკომენდებულია მასალის პოლიმერული და ქრომოფორული კომპონენტების მოლეკულების ურთიერთინტეგრირება. ეს არაერთგზის ექსპერიმენტულად დადასტურებულია კომპონენტებს შორის, მოლეკულათაშორისი ქიმიური ბმების ან/და დამატებითი ინტერმოლეკულური ურთიერთქმედებების ინტენსიფიკაციის განხორციელების შედეგად, რაშიც მონაწილეობას ღებულობდნენ: კოვალენტური ბმები და ელექტროსტატიკური ურთიერთქმედებები, როგორებიც არიან იონური, იონ-დიპოლური და წყალბადური ბმები. ყოველივე აღნიშნული მოლეკულური ფაქტორის წვლილი თვისებებზე გამოკვლეულია იზოლირებულად. აღნიშნულიდან გამომდინარე მეტად სასურველია თავად მატრიცის მაკრომოლეკულებს შორის გაძლიერდეს ელექტროსტატიკური ურთიერთქმედებები (რაც ჩვენ გვაქვს რეალიზებული მასალებში ექსპერიმენტულად შერჩეული ელექტროლიტების შეყვანით) და ასევე ამ მაკრომოლეკულების შეკერვით, რაც გამოყენებული გვაქვს ფოტოჟელატინის ე.წ. დათრთილვით ქრომი (III) აცეტატის საშუალებით. ამგვარად ქიმიურად დამუშავებული პოლიმერი კარგავს წყალში ხსნადობის უნარს, თუმცა ნარჩუნდება მასში მცირე ზომის ნაერთების აზოსაღებარების მოლეკულების და იონების დიფუნდირების საშუალება. მრთილავი ნივთიერებით (ე.წ. კროს-აგენტი) პოლიმერის დამუშავების შედეგი მეტად მგრძნობიარეა მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციაზე. კონცენტრირებული ხსნარების გამოყენების შემთხვევაში არსებითად უარესდება შეკერილი პოლიმერის სტრუქტურის ჰომოგენურობა, ხოლო გაზავებულ ხსნარებთან მუშაობა მოითხოვს გართულებული ტექნოლოგიის გამოყენებას. ჩვენი მოსაზრებების დადასტურების მიზნით გამოვცადეთ საწარმოო ტექნოლოგიის საშუალებით მიღებული ნაწილობრივად შეკერილი პოლიმერული მატრიცის ნიმუშები, კერძოდ მინის სარჩულზე დატანილი ფოტოემულსიებიდან, შესაბამისი რეაქტივებით ნიმუშებს ჩამოვაშორეთ ვერცხლის ფრაქცია და მის ნაცვლად შევიყვანეთ ჩვენს მიერ დასინთეზებული სხვადასხვა ორგანული



საღებარები. ცდების შედეგად გამოვლინდა, რომ ამ გზით მიღებულ ფოტოანიზოტროპული მასალების ნიმუშებს აღენიშნებათ შედარებით გაუმჯობესებული ფოტოანიზოტროპული თვისებები, რასაც ჩვენ ვუკავშირებთ პოლიმერულ მატრიცაში არსებულ მცირე რაოდენობის განივი, მოლეკულათაშრის ბმებს.

ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის მოვლენა ჩვენს მიერ პირველად ადრე იქნა გამოვლენილი მაღალეფექტური ორგანული ფოტოანიზოტროპული არეების კვლევისას. ეფექტი ვლინდება ჩვენს მიერ მიღებული მასალის წრფივად პოლარიზებული აქტინიური სინათლის ზემოქმედებით. მისი ინდუცირებისათვის საჭიროა შედარებით მაღალი ინტენსივობის გამოსხივება. კვლევები მოიცავდნენ, როგორც პოლიფოტოქრომიზმის აღძვრას ექსპოზიციაზე დამოკიდებულებაზე დაკვირვებებს ასევე, ცალკე, აქტინიური სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის აზიმუტზე. აღნიშნულ ტექნოლოგიურ მიდგომებს ერთმანეთის მიმართ გააჩნიათ, როგორც უპირატესობები ასევე ნაკლოვანობებიც. კერძოდ, სინათლის ექსპოზიციის საშუალებით ეფექტის მართვას გააჩნია მიზნობრივ შედეგთან არაწრფივი დამოკიდებულება, თუმცა ამგვარად მიღებული ფოტოქრომული არეების გამტარობა გამოირჩევა მაღალი სპექტრალური სელექტიურობით. ექსპერიმენტულად გამოვლინდა, რომ ამ მეთოდში მმართველი სიგნალის შედეგთან არაწრფივი დამოკიდებულების გამო მეტად გაძნელებულია აღსაძვრელი ფოტოქრომიზმის დაფიქსირება მეწამული, ცისფერი და განსაკუთრებით ლურჯი სინათლის გატარებისათვის. ამასთან ეფექტის სამართავად, განსხვავებული, აღმძვრელი კონის პოლარიზაციის აზიმუტის ცვლილების მეთოდის გამოყენებას გააჩნია წრფივი დამოკიდებულება აღსაძვრელ პოლიფოტოქრომულ ეფექტთან. ამის შესაძლებლობა მეტად მნიშვნელოვანია ფენომენის ზოგიერთი გამოყენებითი ამოცანებისათვის. ამავდროულად ამ გზით ფოტოაქტივირებული არეების გამტარებლობა უფრო მაღალია წინა მიდგომასთან შედარებით. თუმცა ამ შედარებით ახალ „აზიმუტალურ მეთოდს“, წინა - ექსპოზიციურთან შედარებით აღენიშნება ნაკლები სპექტრალური სელექტიურობა. ფოტოქრომული ეფექტი ვიზუალურადაც კი ჩანს ნაკლებად გამოხატული შეფერილობით: ვიზუალიზაციისას მართალია იზრდება სიკაშკაშე თუმცა კლებულობს გამოსახულების კონტრასტი.

ეფექტის მექანიზმის კვლევის პროცესში დადგინდა და არაერთხელ დადასტურდა, რომ აღნიშნული მასალების ფოტოქრომული ქცევა დაკავშირებულია არა მის შემადგენლობაში შემავალი საღებარის სპექტრალური შთანთქმის ცვლილებასთან, რაც ჩვეულებრივ დამახასიათებელია ზოგადად ფოტოქრომიზმისათვის, არამედ მასალის სპექტრალური გამტარებლობასთან. რომელიც ყველაფერთან ერთად იცვლება მთლიან ხილულ დიაპაზონზე ისეთივე მიმდევრობით, როგორც ეს გახლავთ დამახასიათებელი ე.წ. სპექტრალური ფერების მწკრივისათვის (ყვითელი, ნარინჯისფერი, წითელი, იისფერი, ლურჯი, იისფერი და ბოლოს მწვანე). მოცემული დროისათვის ჩვენ მოვიპოვეთ საკმარისი ექსპერიმენტული მასალა იმ დასკვნის გამოსატანად, რომ ეფექტს გააჩნია ინტერფერენციული ბუნება.

2. პოლარიზებული სინათლის მიერ აღძრული ანიზოტროპიასა და გიროტროპიას და მაინდუცირებელი სინათლის პოლარიზაციის მახასიათებლებს შორის ურთიერთობის კანონზომიერება მიღებული იყო პროფ. ყაყიჩაშვილის მიერ [Какичашвили Ш.Д. "О закономерности в фотоанизотропных явлениях," *Оптика и спектроскопия*, 1982, т. 52, № 2, с. 317-322; Какичашвили Ш.Д. "Поляризационная голография," *Ленинград, изд-во «Наука», 1989*]. ფოტოინდუცირებული წრფივი და წრიული ორმაგსხივტების კომპლექსური კოეფიციენტები შედიან ამ კანონზომიერებაში და სკალარული (იზოტროპული) რეაქციის ფუნქცია  $\hat{\epsilon}$  სინათლის აქტინიურ ინტენსივობაზე და ორ ვექტორულ რეაქციაზე - ანიზოტროპული რეაქცია წრფივად პოლარიზებულ სინათლეზე  $\hat{\epsilon}_L$  და

გიროტროპული რეაქცია წრიულ პოლარიზებულ სინათლეზე  $\hat{\nu}_6$  შემოყვანილია პოლარიზაციულად-მგრძობიარე მასალის ფოტოგამომახილის აღსაწერად.

პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის ფუნქციონირების შემუშავებული თეორიული მოდელის თანახმად მარეგისტრირებელი მასალის სკალარული და ვექტორული რეაქციების პრეციზიული განსაზღვრას აქვს გადაამყვებელი მნიშვნელობა. ჩვენ შევიმუშავეთ ახალი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეთოდი პოლარიზაციულად მგრძობიარე (ფოტოანიზოტროპული) მასალების მაინდუცირებელი პოლარიზებული სინათლის ზემოქმედებაზე რეაქციის მნიშვნელობის განსაზღვრისათვის.

მიღებული იქნა გამოსახულებები რეაქციის ფუნქციების დასადგენად ორ სპეციალურ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ მესერზე დიფრაგირებული რიგების ინტენსივობების გაზომვის საშუალებით. ორი მესერის ჩაწერა ხდება პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალის ორ მიმდებარე არეზე.

ფოტოანიზოტროპული მასალების სკალარული და ორი ვექტორული რეაქციების მნიშვნელობების დასადგენად გამოვიყენეთ ორი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მესერის ჩაწერა ჩამწერი აქტინური კონებით ორთოგონალური და პარალელური წრფივი პოლარიზაციის მდგომარეობებით შესასწავლი მასალის ორ მიმდებარე არეზე. ენერგეტიკული ექსპოზიცია ორივე შემთხვევაში ტოლი იყო. ამის შემდეგ ჩაწერილი მესერები შუქთებოდნენ ვერტიკალურად წრფივად პოლარიზებული არააქტინური სინათლის პარალელური კონით და იზომებოდა დიფრაგირებული კონების ინტენსივობები.

შემუშავებულია ამ მეთოდის თეორიული მოდელი. მიღებულია პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მესერების ჯონსის მატრიცები სხვადასხვა პოლარიზაციის მდგომარეობის მქონე კონებით ჩაწერის შემთხვევაში. წრფივად პოლარიზებული კონებით გაშუქებისას, მივიღეთ დიფრაგირებული კონების ჯონსის ვექტორები და შესაბამისი ინტენსივობები, რომლებიც ცალსახად დამოკიდებულია მარეგისტრირებელი მასალის რეაქციის ფუნქციების მნიშვნელობებზე. ჩამწერი და მაზონდირებელი კონების პოლარიზაციის მდგომარეობის შერჩეულმა კომბინაციამ შესაძლებელი გახადა რეაქციის ფუნქციების მნიშვნელობების უფრო მარტივი ფორმით მიღება. შედეგად მიღებულია ფორმულები პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალის სკალარული და ვექტორული რეაქციების განსაზღვრისათვის.

შემოთავაზებული მეთოდით რეაქციების ფუნქციების განსაზღვრისათვის შეიქმნა ლაბორატორიული დანადგარი. ჰოლოგრამების ჩაწერა ხდება ორი კონით 473 nm ტალღის სიგრძით, თანაბარი ინტენსივობით, თითო 200 mW/cm<sup>2</sup>, ხოლო ენერგეტიკული ექსპოზიცია თითოეული მესერისთვის იყო 50 J/cm<sup>2</sup>. ვინაიდან პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მესერებისა და მათზე დაფუძნებული ელემენტების პრაქტიკული გამოყენების უმეტესობა ხდება პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალის შთანთქმის ზოლის მაქსიმუმის მიღმა, ჩვენ განვიხილეთ წრფივი და წრიული კომპლექსური ორმაგისხივთების კოეფიციენტების და შესაბამისად, რეაქციის ფუნქციები მხოლოდ რეალური ნაწილები. აქედან გამომდინარე, მაზონდირებელი კონის ტალღის სიგრძე იყო 532 nm და მისი ინტენსივობა იყო 50 mW/cm<sup>2</sup>. განსაზღვრულია სკალარული და ვექტორული რეაქციების მნიშვნელობები სხვადასხვა მასალისთვის.

3. საანგარიშო პერიოდში ჩვენ შევიმუშავეთ სპექტროელიფსომეტრის ლაბორატორიული მოდელი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის ბაზაზე. ელიფსომეტრის მექანიკურ ნაწილად გამოყენებულია პრეციზიული გონიომეტრი FC-5.

ჩვენ შევიმუშავეთ ნიმუშების განათების ოპტიკური სქემა. ნიმუშების განათების მოწყობილობაში გამოვიყენეთ სამი სხვადასხვა ტალღის სიგრძის ლაზერი და ასევე წერტილოვანი

თეთრი სინათლის წყარო. ლაზერების ტალღის სიგრძეა: 532 nm, 635 nm და 1064 nm. ლაზერის სხივი ან თეთრი სინათლის კონა პოლარიზატორის მეშვეობით ხდება მაღალი ხარისხით წრფივად პოლარიზებული გარკვეული აზიმუტით. ზოგიერთ ამოცანისთვის კი საჭიროა ცირკულარულად პოლარიზებული კონის მიღება. ამისათვის პოლარიზატორის შემდეგ მაგრდება მეოთხედტალღოვანი ფაზური ფირფიტა ოპტიკური ღედმის შესაბამისი ორიენტაციით. თუ ნიმუშის განათება ხდება ფარტე კონით, მაშინ გამანათებელი მოწყობილობის ობიექტივის ფოკუსთან ახლოს თავსდება გამშლელი უარყოფითი ლინზა. თუ საჭიროა ნიმუშის განათება ვიწრო ლაზერული კონით მაშინ ეს ლინზა არ გამოიყენება.

ასევე შევიძლება ლაზორატორიული მოდელის მიმღები ნაწილის ოპტიკური სქემა. ნიმუშის წრფივად ან ცირკულარულად პოლარიზებული სინათლის კონით განათებისას არეკვლილი სინათლის კონა ხდება ელიფსურად პოლარიზებული. ელიფსის მახასიათებლები ელიფსურობა, დიდი ღედის აზიმუტი, ბრუნვის მიმართულება და პოლარიზაციის ხარისხი (ან სტოქსის ოთხი პარამეტრი) დამოკიდებულია ნიმუშის სისქეზე, მასალაზე, ფენების რაოდენობაზე და ნიმუშზე სინათლის კონის დაცემის და არეკვლის კუთხეებზე. ეს კუთხეები პრეციზიულად შეიძლება გაიზომოს გამოყენებული გონიომეტრის პრეციზიული ლიმბებით, ხოლო ელიფსის მახასიათებლები განსაზღვრული იქნება პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის საშუალებით და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფით. ეს კი საშუალებას იძლევა ჩვენ მიერ მიღებული ფორმულებით განვსაზღვროთ ელიფსომეტრული კუთხეები და ნიმუშის მასალის ოპტიკური მახასიათებლები.

ნიმუშიდან არეკვლილი ელიფსურად პოლარიზებული სინათლის კონა ხდება მიმღები მოწყობილობის ობიექტივს, შემდეგ გადის ვიწროზოლოვან ინტერფერენციულ ფილტრს, რომლის გამტარობის მაქსიმუმი უდრის გამოყენებული სინათლის ტალღის სიგრძეს (ეს ფილტრი საჭიროა ოთახის განათების ნეიტრალიზებისთვის). შემდეგ ნიმუშიდან არეკვლილი სინათლე ხდება ობიექტივის უკანა ფოკუსის წინ მოთავსებულ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ელემენტს, რომელიც შლის დაცემულ სინათლეს ოთხ დიფრაქციულ რიგებად და ნულოვან არადიფრაგირებულ კონათ. ამ კონების ინტენსიობები იზომება ერთდროულად ფოტომიმღებების მეშვეობით და ანალოგ-ციფრული გარდამქმნელის საშუალებით მონაცემები შევყავს კომპიუტერში პროგრამული უზრუნველყოფით.

4. პოლარიზაციული ჰოლოგრაფიის მეთოდები და საშუალებები სულ უფრო ხშირად გამოიყენება ნივთიერებებისა და მასალების სტრუქტურის, შემადგენლობისა და თვისებების შესწავლაში, როგორც სამეცნიერო კვლევებში, ასევე სხვადასხვა გამოყენებითი პრობლემების გადაჭრაში. პოლარიზაციულად მგრძობიარე ლუმინესცენტური ჩამწერი არეების გამოყენებამ წარმოაჩინა ახალი შესაძლებლობები და მიმართულებები პოლარიზაციულ ჰოლოგრაფიაში. ეს მიდგომა განსაკუთრებით ეფექტური აღმოჩნდა პოლარიზაციულად მგრძობიარე თხევადი ლუმინესცენტური ინფორმაციის მატარებლების ხარისხობრივი ანალიზისთვის. კერძოდ, პოლარიზაციულ-ლუმინესცენციური ჰოლოგრაფიის მეთოდები გამოიყენება ხარისხობრივი ანალიზის, იდენტიფიკაციისა და კლასიფიკაციისთვის გარკვეული სახის სამრეწველო პროდუქტების, კვების პროდუქტების, ნედლეულისა და მედიკამენტების კლინიკურ ლაზორატორიულ დიაგნოსტიკაში, ასევე გარემოს ეკოლოგიურ მონიტორინგში.

ნანოტექნოლოგიის განვითარებასთან დაკავშირებით აქტუალური ხდება კოლოიდურ სისტემებში ნანონაწილაკების მახასიათებლების ყოვლისმომცველი შესწავლის პრობლემები. გამომდინარე აქედან ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების (OP) დიდ ეკონომიკურ და სოციალურ მნიშვნელობასთან დაკავშირებით, ძალზე მნიშვნელოვანია მათი კლასიფიკაციისა და იდენტიფიკაციის ანალიტიკური მეთოდების შემუშავება, პირველ რიგში ნავთობისა და

ნავთობპროდუქტების ხარისხის შესახებ ინფორმაციის მისაღებად. ბუნებრივი ნავთობი(ნედლი ნავთობი) არის თხევადი ნახშირწყალბადების რთული ნაზავი, რომელშიც სხვადასხვა რაოდენობით გახსნილია მყარი ნახშირწყალბადები, კუპრი-ასფალტინის ნივთიერებები, ბუნებრივი ნახშირწყალბადები და არანახშირწყალბადოვანი აირები. ნედლი ნავთობი შეიცავს სხვადასხვა სტრუქტურის ასობით ნახშირწყალბადს, მრავალ ჰეტერატომურ ნაერთს. ნავთობის შემადგენლობის შესწავლა ძალიან რთული, მაგრამ მნიშვნელოვანი ამოცანაა, ვინაიდან ნედლი ნავთობის ქიმიური შემადგენლობა საფუძვლად უდევს მის სხვადასხვა კლასიფიკაციას და აუცილებელია მისი ცოდნა, რათა ავირჩიოთ დამუშავების ყველაზე რაციონალური მეთოდი. მიმდინარე 2021 წელს ჩატარებული ნაშრომის ერთერთი მიზანი იყო თხევადი ბიტუმოვანი მასალების საფუძველზე ჰოლოგრაფიული ინფორმაციის მატარებლების დიაგნოსტიკა, ანალიტების ნიმუშებში მიღებული Denisuk(დენისუკის) მულტიპლექსური დინამიური ჰოლოგრამების ლუმინესცენციის პოლარიზაციის სპექტრების ერთობლივი ანალიზის საფუძველზე. ეს საშუალებას იძლევა შეიქმნას პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტრული პორტრეტი, ანუ ოპტიკური სპექტრების გარკვეული ნაკრები, რომელიც ცალსახად ახასიათებს ნედლი ნავთობის ან ნავთობპროდუქტის (OP) ნიმუშს, მათ შორის ისეთი მახასიათებლების ჩათვლით, როგორცაა ქიმიური შემადგენლობა, წარმოშობა, ფრაქციული შემადგენლობა (ე.ი. ბუნებრივი ნავთობის სამომხმარებლო ხარისხი) და, რაც მთავარია, შეიცავს ინფორმაციას ნანონაწილაკების განზომილებიანი პარამეტრებისა და კონცენტრაციის შესახებ, რომლებიც შეიძლება იყოს თხევად პოლარიზაციურად მგრძნობიარე ჰოლოგრაფიულ მასალებში (კოლოიდურ სისტემებში).

2021 წ. ზემოთ მითითებულ საკითხთან დაკავშირებული ჩატარებული კვლევის მიზანი იყო საქართველოს სხვადასხვა სასმელი და მინერალური წყლების ბაზაზე მიღებული პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიული მეთოდების გამოყენებით პოლარიზაციულად მგრძნობიარე ლუმინესცენტურ ჩამწერ მასალებში შინაგანი(საკუთარი) ქირალობის (ოპტიკური აქტივობის) კონცეფციის დამოუკიდებლად შემოწმება. ნაშრომში გამოყენებული იქნა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეთოდი ჩამწერი მასალების ოპტიკურად აქტიური ანსამბლის მისაღებად; მეთოდი ეფუძნება ვარაუდს, რომ დენისიუკის პოლარიზებული მულტიპლექსური ჰოლოგრამების ჩაწერის შედეგად ჩამწერ მასალაში წრიულად პოლარიზებული სინათლის წყაროს გამოყენებით, მარჯვენა და მარცხენა პოლარიზაციით, ენანტიომერები (L და D კონფიგურაციით) შთანთქავს წრიულად პოლარიზებულ შუქს და შედეგად, ისინი განიცდიან გარკვეულ ფოტოქიმიურ და (ან) ფოტოფიზიკურ ტრანსფორმაციას სხვადასხვა ეფექტურობით, რამაც უნდა გამოიწვიოს დასხივებული ნიმუშის ოპტიკური აქტივობის გამომჟღავნება.

ლუმინესცენტური პოლარიზაციულად მგრძნობიარე ჰოლოგრამის ჩამწერი მასალების ფოტოინდუცირებული გიროტროპული თვისებების აღმოჩენილი ფენომენი-შინაგანი(საკუთარი) ქირალობის მოვლენა, რომლებიც წარმოიქმნება სხვადასხვა წყლების და წყალსატევების ბაზაზე აღებულ ნიმუშებში, შეიძლება გამოყენებულ იქნას დაინტერესებული სპეციალიზებული ორგანიზაციების მიერ, რომლებსაც შეუძლიათ გამოიყენონ იგი დამატებითი ეფექტური და ექსკლუზიური დიაგნოსტიკისთვის ანალიტის იდენტიფიკაციის, კლასიფიკაციისა და ხარისხის კონტროლისთვის, აგრეთვე ეკოლოგიური გარემოს დაბინძურების კონტროლის ამოცანებში; ჰოლოგრამის ჩამწერი მასალების ფოტოინდუცირებული გიროტროპული თვისებების აღმოჩენილი ფენომენი-შინაგანი(საკუთარი) ქირალობის მოვლენა- მნიშვნელოვანია აგრეთვე, პოლარიზაციული ჰოლოგრაფიის ამოცანებისთვის.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით - არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

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

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

3.1.

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

რეალურ დროში მომუშავე უნივერსალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული

სპექტროელიფსომეტრი (AR-19-1154, ინჟინერია და ტექნოლოგიები, ფიზიკური მეცნიერებები, ოპტიკა)

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები  
2019-2022.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

ბარბარა კილოსანიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება; გიორგი კაკაურიძე - თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება და მონაცემთა დამუშავება, ელიფსომეტრის ლაბორატორიული მოდელის შემუშავება; ირაკლი ჩაგანავა - ფიზიკურ-ქიმიური ტექნოლოგია, მიღებული შედეგების კომპიუტერული დამუშავება; იური მშვენიერაძე - ლაბორატორიული მოდელის ოპტოელექტრონული სისტემის შემუშავება, მონაცემთა დამუშავება; ირინე ქობულაშვილი - ახალგაზრდა მკვლევარი, თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები; ნინო კუნცევა-გაბაშვილი - ბიზნეს კონსულტანტი.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. საგრანტო პროექტში გათვალისწინებულია რეალურ დროში მომუშავე უნივერსალური ელიფსომეტრული მეთოდის შემუშავება ელიფსომეტრული პარამეტრების განსაზღვრისათვის ობიექტიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზის

საფუძველზე. რეალურ დროში პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრისათვის შემოთავაზებულია ჩვენს მიერ შემუშავებული ინტეგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის გამოყენება.

მაღალეფექტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის მიღებისთვის, ჩვენ შევიმუშავეთ ელემენტი ოპტიმალური კონფიგურაციით. ჩვენ მივიღეთ გამოსახულებები სტოქსის პარამეტრების განსაზღვრისათვის ელემენტზე ოთხი დიფრაგირებული რიგის ინტენსივობის გამოყენებით.

საანგარიშო პერიოდში ჩვენ შევიმუშავეთ ჩამწერი მასალის მახასიათებლებით გამოწვეული დამახინჯების კომპენსაციის მეთოდი. შემუშავდა მაღალეფექტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის მიღების თეორიული მოდელი.

თეორიული მოდელის თანახმად მარეგისტრირებელი მასალის სკალარული და ვექტორული რეაქციების პრეციზიული განსაზღვრას აქვს გადაწყვეტი მნიშვნელობა. ჩვენ შევიმუშავეთ ამ რეაქციების განსაზღვრის ახალი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეთოდი. მიღებულ იქნა გამოსახულებები რეაქციის ფუნქციების დასადგენად ორ სპეციალურ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ მესერზე დიფრაგირებული კონების ინტენსივობების გაზომვის საშუალებით. ორი მესერი ჩაწერილია პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალის ორ მიმდებარე არეზე. შემუშავებული იქნა ამგვარი მასერების ჩაწერის ოპტიკური სქემა.

მოდულირებულ იქნა ელემენტის ჩაწერის ოპტიკური სქემა, ასევე ჩატარდა ელემენტის ჩაწერის რეჟიმების ოპტიმიზაცია. ელემენტის კალიბრებისთვის ჩვენ შევიმუშავეთ სპეციალური ოპტიკური სქემა, რომელიც საშუალებას იძლევა მივიღოთ მაზონდირებელი კონა სხვადასხვა, წინასწარ ცნობილი პოლარიზაციის მდგომარეობებით. სინათლის წყაროდ მიმდევრობით ვიყენებდით DPSS ლაზერები ტალღის სიგრძით 532 nm, 635 nm და 1064 nm.

ჩვენ მივიღეთ სტოქსის პარამეტრების ექსპერიმენტული და თეორიული მნიშვნელობების ვარიაციები, რომლებიც მიღებულია წრფივად და ცირკულარულად პოლარიზებული სინათლის მონოქრომატული წყაროს საშუალებით. ექსპერიმენტული და თეორიული შედეგების შედარებიდან მივიღეთ, რომ სტოქსის პარამეტრების მნიშვნელობები სხვადასხვა ტესტ-პოლარიზაციისათვის ახლოა თეორიულ მნიშვნელობებთან.

ჩვენ მივიღეთ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტები მუშა სპექტრული დიაპაზონით 500 ნმ-დან 1600 ნმ-მდე, აპერტურა შეიძლება იყოს 0,5 სმ-დან 5 სმ-მდე დიამეტრით და ელემენტის სრული დიფრაქციული ეფექტურობით ტალღის სიგრძეზე 532 ნმ, 75%-მდე, 635 ნმ 60%-თან ახლოს, 1150 ნმ 20%-თან ახლოს და 1550 ნმ 8%-თან ახლოს. ჩვენი შეფასებით, სტოქსის პარამეტრების ერთჯერადი ექსპერიმენტული განსაზღვრის სიზუსტე არის დაახლოებით 0,1%.

შემუშავებულ იქნა შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა.

პროექტში მიღებული თეორიული კვლევების შედეგების საფუძველზე შემუშავებული იქნა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტროელიფსომეტრის ლაბორატორიული მოდელი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის საფუძველზე. ელიფსომეტრის აპრობირებისთვის ჩვენ მოვამზადეთ სხვადასხვა მასალებისგან, მაგალითად, სხვადასხვა მეტალისა და დიელექტრიკების საფუძველზე დამზადებული საცდელი ნიმუშები სპეციალურად დაფენილი ოპტიკური თხელი ფენებით, ასევე ნანოზომების მქონე ზედაპირული სტრუქტურებით.

ჩვენი ვარაუდით არსებულ ელიფსომეტრებთან შედარებით შემოთავაზებული სპექტროელიფსომეტრული მეთოდი არსებითად გაამარტივებს ელიფსომეტრულ გაზომვებს და შედეგების ინტერპრეტაციას.

## 3.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი - არა

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები - არა

## 4.1.

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 4.2.

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები - არა

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1.

2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში - არა

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა



- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.3. კრებულები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

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

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

## 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები - არა

## 1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

## 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 7.2. სახელმძღვანელოები - არა

## 1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

## 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 7.3. კრებულები - არა

## 1) ავტორები

1.

2.

## 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

1. ირაკლი ჩაგანავა, გიორგი კაკაურიძე, ბარბარა კილოსანიძე, ირინე კობულაშვილი
2. ბარბარა კილოსანიძე, გიორგი კაკაურიძე
3. ირაკლი ჩაგანავა, ბარბარა კილოსანიძე, გიორგი კაკაურიძე
4. ბარბარა კილოსანიძე, გიორგი კაკაურიძე
5. ვლადიმერ ტარასაშვილი, ანა ფურცელაძე, ვალენტინა შავერდოვა, სვეტლანა პეტროვა, მარიამ ტარასაშვილი
6. ვლადიმერ ტარასაშვილი, ანა ფურცელაძე, სვეტლანა პეტროვა, მარიამ ტარასაშვილი

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. **Light-controlled spectral selectivity in polarization-sensitive materials.** doi: 10.1117/12.2583007 (*SPIE 2*)
2. **Polarization state sensor.** SBN: 978-84-09-34187-0 , BN-20211008-XX BIC: TTB.
3. **Full Color Recording of Linearly Polarized Light** <https://doi.org/10.1364/FIO.2021.JTh5A.133>
4. **Polarization State Sensor Based on Polarization-Holographic Diffraction Element** ISSN: 2306-8515, e-ISSN 1726-5479).
5. **Исследование фотоиндуцированной оптической активности (хиральности) люминесцентных регистрирующих сред методами поляризационной голографии на основе спектров круговой поляризации люминесценции.** ISSN: 0030-4034
6. **Фотоиндуцированная гиротропия поляризационно-чувствительных люминесцентных голограммных материалов, формируемых на основе водных сред.** ISSN: 0030-4034

2) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. In *Organic Photonic Materials and Devices XXIII*, Proceedings SPIE vol. 11683, p. 1168311. International Society for Optics and Photonics, 2021.
2. **Proceedings of the 4th International Conference on Optics, Photonics and Lasers (OPAL' 2021), Corfu, Greece, 13-15 October (2021), 2021, pp. 145-149. Sergey Y. Yurish, Editor.**
3. In: *Frontiers in Optics + Laser Science* pp. JTh5A.133, © Optica Publishing Group 2021.
4. **Sensors & Transducers Journal, იბეჭდება, ID#66.**

5. Журнал "Оптика и спектроскопия" (იბეჭდება, სარეგისტრაციო № 1656)
6. Журнал "Оптика и спектроскопия" (იბეჭდება, სარეგისტრაციო № 1655)

#### 4) გვერდების რაოდენობა

1. 7
2. 5
3. 2
4. 8
5. 10
6. 11

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის მოვლენა ჩვენს მიერ ადრე იყო გამოვლენილი ზოგიერთ მაღალეფექტურ პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალაში, რომელიც დამოკიდებულია მაინდუცირებელი წრფივად პოლარიზებული აქტინური სინათლის ენერგეტიკულ ექსპოზიციაზე. ეს ეფექტი დაიმზირება მაღალი ენერგეტიკული ექსპოზიციის დროს. ამ ნაშრომში განიხილება ვექტორული პოლიფოტოქრომული ეფექტი აზიმუტალურად დამოკიდებული ფოტოაქტივაციის შემთხვევისათვის. ნაშრომში მოყვანილ ორ მიდგომებს შორის მთავარ განსხვავებას წარმოადგენს, რომ ექსპოზიციაზე დამოკიდებულ მეთოდში მასალის სპექტრალური გამტარებლობა დამოკიდებულია მაინდუცირებელი სინათლის ექსპოზიციის სიდიდეზე და ეს დამოკიდებულება არაწრფივია. აქედან გამომდინარე, მასალის ცვლნადი სპექტრული პროფილების დაფიქსირება გარკვეულ უბნებში მეტად რთულია, კერძოდ, ლურჯ სპექტრულ უბანში. აზიმუტალურად დამოკიდებული მეთოდის გამოყენებისას, გამტარებლობის სპექტრის ცვლა ხდება მაინდუცირებელი სინათლის პოლარიზაციის აზიმუტის მიხედვით. კვლევაში ნაჩვენებია, რომ აღნიშნული მიდგომის უპირატესობას წარმოადგენს ეფექტის აღმზრისათვის დასახივების შესაძლებლობა უფრო დაბალი ექსპოზიციით და მეთოდის გამოყენებას გააჩნია მეტად წრფივი დამოკიდებულება აღსაღმზრელ პოლიფოტოქრომულ ეფექტთან. უნდა აღინიშნოს, რომ გამოყენებული მასალა ავლენს უჩვეულო ბუნების ფოტოქრომიზმს, რომელიც დაკავშირებულია არა მის შემადგენლობაში შემავალი საღებარის სპექტრალური შთანთქმის ცვლილებასთან, არამედ ეფუძმვენება მასალის სპექტრალურ გამტარებლობას შესაბამისი უბნების შერჩევითი ჩაქრობის შედეგად ე.წ. ინტერფერენციული ფერების მიღების მექანიზმით. მასალები დამზადებულია ბიოორგანული პოლიმერებისა და სინთეზირებული აზოსაღებარის საფუძველზე. მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნას დინალიური სპექტრულ-სელექტიური პოლარიზაციული ელემენტის შესაქმნელად.
2. წარმოდგენილია ინოვაციური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული გამოსახულების სენსორი სხვადასხვა ობიექტიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის განაწილების დასადგენად. ჩვენ მიერ შემუშავებული მხოლოდ ერთი ინტეგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტი გამოიყენება სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის ანალიზისთვის რეალურ დროში. ელემენტზე დიფრაგირებული ოთხი კონის

ინტენსივობის ერთდროული გაზომვა და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა საშუალებას იძლევიან განვსაზღვროთ მანალიზებელი სინათლის სრული პოლარიზაციის მდგომარეობა (სტოქსის ოთხი პარამეტრი) რეალურ დროში. ობიექტიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობა საშუალებას იძლევა მივიღოთ ობიექტის ზედაპირის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები. შემუშავდა თეორიული მოდელი და პროგრამული უზრუნველყოფა. ექსპერიმენტული შედეგები ნაჩვენებია სხვადასხვა ნიმუშებისთვის. ასეთ სენსორს უპირატესობა აქვს პოლარიზაციული ოპტიკის ჩვეულებრივ მოწყობილობებთან შედარებით: ფუმქციონირება რეალურ დროში; ფართო სპექტრული დიაპაზონი; ისინი განსხვავდებიან კომპაქტურობით, უნივერსალურობით, სიმარტივით, დაბალი წონით და შედარებითი სიიაფით.

3. ნაშრომში ასახულია მონოქრომატული პოლარიზებული სინათლის ფერადი ჩაწერის შესაძლებლობები ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის მოვლენის გამოყენებით. ეს ეფექტი გამოვლინდა ჩვენს მიერ მიღებული ორგანული პოლარიზაციულად მგრძობიარე არეების კვლევისა და შემუშავების ფარგლებში.
4. წარმოდგენილია ინოვაციური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული გამოსახულების სენსორი სხვადასხვა ობიექტებიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის განაწილების დასადგენად. ამგვარი სენსორი დაფუძნებულია მხოლოდ ერთ ჩვენს მიერ შემუშავებულ ინტეგრალურ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ დიფრაქციულ ელემენტზე და გამოიყენება სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის ანალიზისთვის რეალურ დროში. ელემენტიდან ოთხი დიფრაგირებული კონის ინტენსივობის ერთდროული გაზომვა და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა იძლევა მანალიზებელი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის (სტოქსის ოთხი პარამეტრი) სრული ანალიზის ჩატარების საშუალებას რეალურ დროში. ობიექტიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობა საშუალებას იძლევა მივიღოთ ობიექტის ზედაპირის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები. შემუშავდა თეორიული მოდელი და პროგრამული უზრუნველყოფა. ასეთ სენსორს ბევრი უპირატესობა აქვს პოლარიზაციული ოპტიკის ტრადიციულ მოწყობილობებთან შედარებით: მუშაობს რეალურ დროში; გააჩნია ფართო სპექტრული დიაპაზონი; ისინი გამოირჩევიან კომპაქტურობით, უნივერსალურობით, სიმარტივით, დაბალი წონით და შედარებითი სიიაფით. განხილულია სენსორის გამოყენება დისტანციური ზონდირებისა და დამაბული მდგომარეობის განაწილების განსაზღვრის ამოცანებში.
5. ლუმინესცენტური მარეგისტრირებელი არეების ფოტონდუცირებული ოპტიკური აქტივობა გამოკვლეულია პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის მეთოდებით ბუნებრივი ნავთობისა და მისი ტემპერატურული ფრაქციების მაგალითზე. დენისიუკის ლუმინესცენტური მულტიპლექსური დინამიური ჰოლოგრამა მიღებულია არეების ნიმუშებში წრიული პოლარიზებული აქტინური გამოსხივების ზემოქმედებით. რეკონსტრუირებული ფანტომური (წარმოსახვითი) ობიექტის წრიული პოლარიზაციის ხარისხის სპექტრები(CPL) მიღებულია გარემოს ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით. ნავთობსა და ნავთობპროდუქტებში საკუთარი ქირალობის მქონე ცალკეული ნაერთების არსებობის გამო, ჰოლოგრაფიულ არეში შემავალი L- და D-ენანტიომერები შთანთქავენ წრიულად პოლარიზებულ შუქს განსხვავებული ეფექტურობით; ეს, თავის მხრივ, იწვევს ინდუცირებული ფოტორეაქციის სელექციურობას და დასხივებული ნიმუშის ფოტონდუცირებული ოპტიკური აქტივობის (ქირალობის) გამომჟღავნებას. ნაჩვენებია, რომ ნავთობის სხვადასხვა ფრაქციებს აქვთ ქირალობის საკუთარი

სპექტრული მახასიათებლები და გამოსხვების სპექტრული ზოლების პოზიცია შეესაბამება მათი ემისიის რეგიონს. ოპტიკური აქტივობა იზრდება ფრაქციის დუღილის ტემპერატურის მატებასთან ერთად. CPL სიგნალის ნიშანი ემთხვევა აქტინური სინათლის პოლარიზაციის მიმართულებას. ნაჩვენებია ნედლი (ბუნებრივი) ნავთობის ფრაქციული შემადგენლობის, ანუ ბუნებრივი ნავთობის სამომხმარებლო ხარისხის ანალიზის შესაძლებლობა, მათი ლუმინესცენციის წრიული პოლარიზაციის ხარისხის (CPL) სპექტრების ანალიზის საფუძველზე. სტატიაში წარმოდგენილი შედეგები საინტერესოა პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის ამოცანებისათვის. სპეციალიზებულ ორგანიზაციებს შეუძლიათ გამოიყენონ ეს მეთოდი დამატებითი ეფექტური და ექსკლუზიური დიაგნოსტიკისთვის ბუნებრივი ნავთობის და მისი ფრაქციების იდენტიფიკაციის, კლასიფიკაციისა და ხარისხის კონტროლის, აგრეთვე ეკოლოგიური გარემოს დაზიანებების კონტროლისათვის.

6. პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის მეთოდებით გამოკვლეულია საქართველოს სხვადასხვა სასმელი და მინერალური წყლების საფუძველზე მიღებული პოლარიზაციულად მგრძობიარე ლუმინესცენტური ჩამწერი მასალების ფოტოგროტოპული თვისებები (ქირალობა). ნაჩვენებია, რომ რაცემული (DL) ფორმიდან ქირალურად სუფთა ფაზებზე გადასვლისას, გარემოში დაიმზირება ლუმინესცენტური მულტიპლექსური Denisjuk(დენისუკის) ჰოლოგრამის მოლეკულური სტრუქტურისა და სპექტრის მნიშვნელოვანი მოდიფიკაცია, კერძოდ, გროტოპის ფოტონდუცირებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეხსიერება ინდუცირდება(ვლინდება) გამოკვლეული წყლების ნიმუშებში.- თბილისის წყალმომარაგების ქსელის ნიმუშებში, იმავე წყალმომარაგების სისტემიდან მიღებულ გამოხდილ წყალში, „სუფთა“ წყაროს წყალში სოფ. ზიმიტიდან, ასევე ქართულ მინერალურ წყლებში- ბორჯომი, ნაბეღლავი, ბაკურიანი. სხვადასხვა წყლების ნიმუშებში ოპტიკური პოლარიზაციის სპექტრების პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ანალიზი საშუალებას იძლევა მივიღოთ დამატებითი ინფორმაცია ანიზოტროპულ-გროტოპული ჰოლოგრაფიული მასალების მოლეკულურ სტრუქტურაზე-არეებში შემავალი თითოეული ცალკეული ნაერთის კომპონენტებში არსებულ საკუთარ ქირალურობაზე.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში - არა

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

#### 2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

### 8. 2. უცხოეთში

## 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. ირაკლი ჩაგანავა, გიორგი კაკაურიძე, ბარბარა კილოსანიძე, ირინე კობულაშვილი
2. ბარბარა კილოსანიძე, გიორგი კაკაურიძე
3. ირაკლი ჩაგანავა, ბარბარა კილოსანიძე, გიორგი კაკაურიძე

## 2) მოხსენების სათაური

1. Light-controlled spectral selectivity in polarization-sensitive materials
2. Polarization State Sensor
3. Full Color Recording of Linearly Polarized Light

## 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. SPIE Photonics West 2021 Symposium, Conference Organic Photonic Materials and Devices XXIII 6-11 March 2021. (Digital forum, Online. [WWW.SPIE.ORG/PW2021](http://WWW.SPIE.ORG/PW2021)).
2. OPAL'2021 – 4th International Conference on Optics, Photonics and Lasers (OPAL'2021), 13 – 15 October 2021, Corfu, Holiday Palace, Greece.
3. FiO + LS 2021 Conference Frontiers in Optics (FiO)&Laser Science (LS), A Virtual Conference 31 October – 04 November, 2021.



### ოპტიკურ-ქიმიურ კვლევათა ლაბორატორია

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ფოტომგრძობიარე თხევადკრისტალური პოლიმერული ფირები მავნე ულტრაიისფერი გამოსხივების დოზიმეტრიისათვის.
2. ქოლესტერული თხევადკრისტალური მრავალხაზიანი ლაზერი ჰაერის დაბინძურების რეალურ დროში მონიტორინგისათვის.
3. ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ სარკეზე დაფუძნებული გარემოსადმი ადაპტირებული ტემპერატურულად მართვადი ჰკვიანი ფანჯარა.
4. ფოტოკატალიზის ეფექტზე დაფუძნებული გენერატორი დახურული სივრცეების სტერილიზაციის, მავნე პათოგენების, ბიოქიმიური დამაბინძურებლებისა და სიმსივნური წარმონაქმნების გასაწმენდად.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2021-2023
2. 2021-2023
3. 2021-2023
4. 2021-2023

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1-2. გია პეტრიაშვილი — ხელმძღვანელი, ლალი დევამე, ნინო სეფაშვილი, თინათინ ბუკია, ჯანო მარხულია, ელენე კალანდია — ქოლესტერული ნაერთების დამზადება და მათი ფიზიკური თვისებების კვლევა.

2. გია პეტრიაშვილი — ხელმძღვანელი, ლალი დევამე, ნინო სეფაშვილი, თინათინ ბუკია, ჯანო მარხულია, მანანა არეშიძე, ლიანა შარაშიძე, შორენა ახოზაძე, ელენე კალანდია — შემსრულებლები.

3. გია პეტრიაშვილი — ხელმძღვანელი, ნინო ფონჯავიძე, ლალი დევამე, ნინო სეფაშვილი, თინათინ ბუკია, ჯანო მარხულია, მანანა არეშიძე, ლიანა შარაშიძე, შორენა ახოზაძე, ელენე კალანდია — შემსრულებლები.

4. გია პეტრიაშვილი — ხელმძღვანელი, თხევადკრისტალური და პოლიმერული ნივთიერებების ოპტიკური, ფოტო და თერმოოპტიკური კვლევა, ლალი დევამე — ფოტოქრომული ნივთიერებების კვლევა, ნინო სეფაშვილი — თხევადკრისტალური და პოლიმერული ნივთიერებების მარიონტირებელ ზედაპირებთან ურთიერთქმედების კვლევა; თინათინ ბუკია — ფოტოქრომული ნივთიერებების სინთეზი; ჯანო მარხულია — ნანონაწილაკების (ZnO, TiO<sub>2</sub>, SiO) ოპტიკური, ფოტო და თერმოოპტიკური კვლევა, მანანა არეშიძე, ლიანა შარაშიძე, შორენა ახოზაძე — სხვადასხვა პოლიმერულ მატრიცაში ჩამატებული ფოტოქრომული ნივთიერებების ანიზოტროპიულ-პოლარიზაციული თვისებების კვლევა.

## 2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

### 2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით

1. ფოტომგრძობიარე თხევადკრისტალური პოლიმერული ფირები მავნე ულტრაიისფერი გამოსხივების დოზიმეტრიისათვის.
2. ქოლესტერული თხევადკრისტალური მრავალხაზიანი ლაზერი ჰაერის დაბინძურების რეალურ დროში მონიტორინგისათვის.
3. ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ სარკეზე დაფუძნებული გარემოსადმი ადაპტირებული ტემპერატურულად მართვადი ჰკვიანი ფანჯარა.
4. ფოტოკატალიზის ეფექტზე დაფუძნებული გენერატორი დახურული სივრცეების სტერილიზაციის, მავნე პათოგენების, ბიოქიმიური დამაბინძურებლებისა და სიმსივნური წარმონაქმნების გასაწმენდად.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2021-2023
2. 2021-2023
3. 2021-2023
4. 2021-2023

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიხედვით)

1-2. გია პეტრიაშვილი — ხელმძღვანელი, ლალი დევაძე, ნინო სეფაშვილი, თინათინ ბუკია, ჯანო მარხულია, ელენე კალანდია — ქოლესტერული ნაერთების დამზადება და მათი ფიზიკური თვისებების კვლევა.

2. გია პეტრიაშვილი — ხელმძღვანელი, ლალი დევაძე, ნინო სეფაშვილი, თინათინ ბუკია, ჯანო მარხულია, მანანა არეშიძე, ლიანა შარაშიძე, შორენა ახოზაძე, ელენე კალანდია — შემსრულებლები.

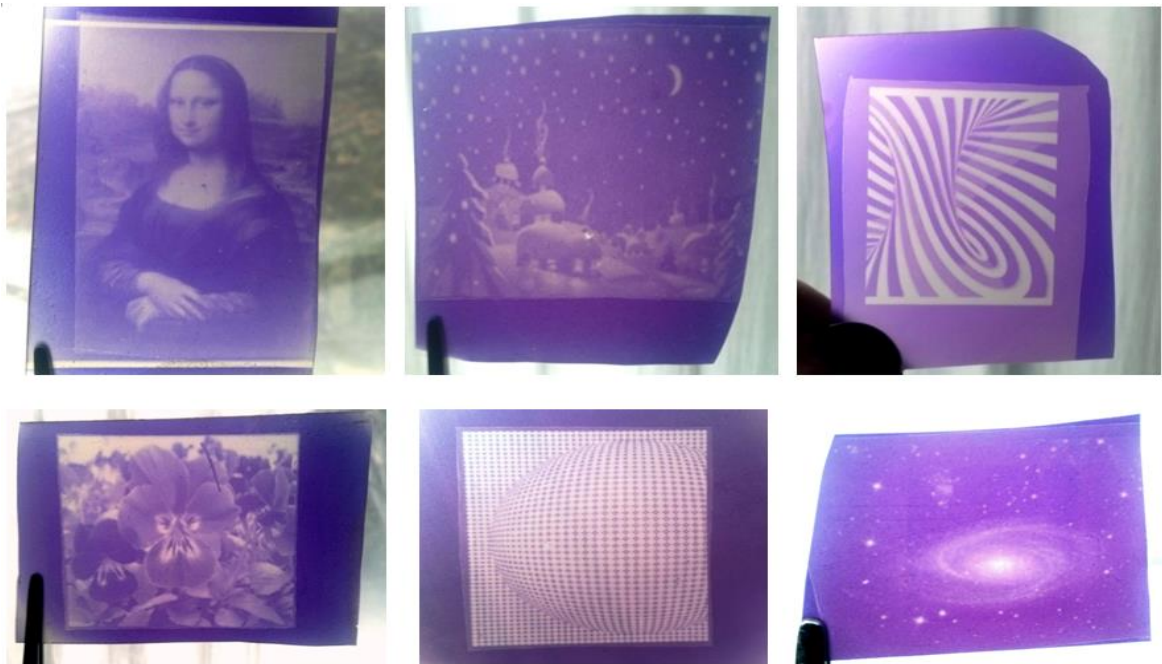
3. გია პეტრიაშვილი — ხელმძღვანელი, ნინო ფონჯავიძე, ლალი დევაძე, ნინო სეფაშვილი, თინათინ ბუკია, ჯანო მარხულია, მანანა არეშიძე, ლიანა შარაშიძე, შორენა ახოზაძე, ელენე კალანდია — შემსრულებლები.

4. გია პეტრიაშვილი — ხელმძღვანელი, თხევადკრისტალური და პოლიმერული ნივთიერებების ოპტიკური, ფოტო და თერმოოპტიკური კვლევა, ლალი დევაძე — ფოტოქრომული ნივთიერებების კვლევა, ნინო სეფაშვილი — თხევადკრისტალური და პოლიმერული ნივთიერებების მარიონტირებელ ზედაპირებთან ურთიერთქმედების კვლევა; თინათინ ბუკია — ფოტოქრომული ნივთიერებების სინთეზი; ჯანო მარხულია — ნანონაწილაკების (ZnO, TiO<sub>2</sub>, SiO) ოპტიკური, ფოტო და თერმოოპტიკური კვლევა, მანანა არეშიძე, ლიანა შარაშიძე, შორენა ახოზაძე — სხვადასხვა პოლიმერულ მატრიცაში ჩამატებული ფოტოქრომული ნივთიერებების ანიზოტროპიულ-პოლარიზაციული თვისებების კვლევა.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

**1. ფოტომგრძობიარე თხევადკრისტალური პოლიმერული ფირები მავნე ულტრაიისფერი გამოსხივების დოზიმეტრიისათვის.**

შემუშავებულია სპიროპირანით დოპირებული თხევადკრისტალური პოლიმერული ფირები, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია მავნე ულტრაიისფერი გამოსხივების ვიზუალიზაცია და ამ გამოსხივების რაოდენობრივად შეფასება. ასევე საიდუმლო (დაშიფრული) და გაყალბების საწინააღმდეგო ინფორმაციის მრავალჯერადი ჩაწერა/წაშლა. ჩვენს მიერ დამზადებული ფირები გამოირჩევიან მაღალი მგრძობიარობითა და ფერ-კონტრასტული მახასიათებლებით, არიან იაფი, მრავალჯერადი გამოყენების, არატოქსიკური და ტექნოლოგიურად მარტივად დასამზადებელი. სპიროპირანით დოპირებული თხევადკრისტალური პოლიმერული ფირები საშუალებას იძლევა მრავალჯერადად (დაახლოებით 200–300–ჯერ) მოხდეს ოპტიკური და უხილავი ულტრაიისფერი, მაღალი გარჩევადობისა მქონე გამოსახულების ჩაწერა/წაშლა.

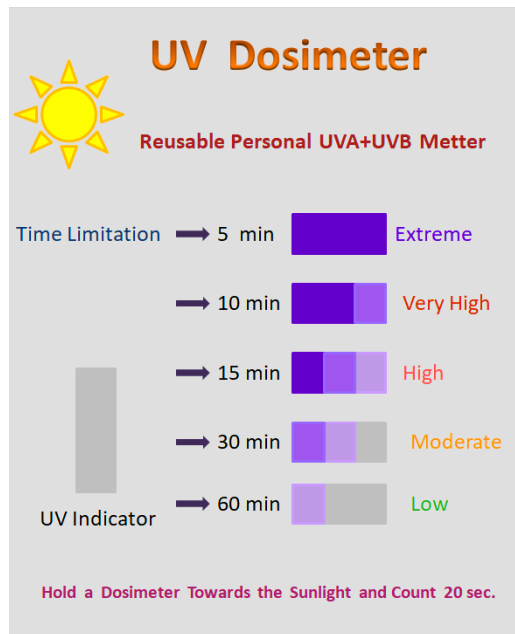


ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერა სპიროპირანით დოპირებულ ნანოსტრუქტურირებულ თხევადკრისტალურ პოლიმერულ ფირებში



მაღალი გარჩევადობის მქონე ორგანოზომილებიანი ბარკოდი. ფოტომგრძობიარე ფირი საშუალებას იძლევა გამოსახულების ჩაწერა/წაშლა მოხდეს დაახლოებით 300-ჯერ

გარდა ამისა, შემუშავებულია ულტრაისფერი გამოსხივების დოზიმეტრები, რომლებიც საშუალებას იძლევა რეალურ დროში შეფასდეს მზის მიერ გამოსხივებული მავნე ულტრაისფერი UVA და UVB რადიაციის დოზა. მოცემული დოზიმეტრი არის მრავალჯერადი გამოყენების, ეკოლოგიურად უსაფრთხოა და გააჩნია გაზრდილი მგრძობიარობა.



მზის მიერ გამოსხივებული ულტრაისფერი სპექტრის დოზიმეტრი

შემოთავაზებული ტექნოლოგია უნიკალურია მსოფლიო მასშტაბით და გამოირჩევა დაბალი თვითღირებულებით.

მიღებული შედეგები წარდგენილი იყო პოლიმერებისა და მოწინავე ნივთიერებების მე-7 საერთაშორისო კავკასიურ სიმპოზიუმზე

## **2. ქოლესტერული თხევადკრისტალური მრავალხაზიანი ლაზერი ჰაერის დაბინძურების რეალურ დროში მონიტორინგისათვის.**

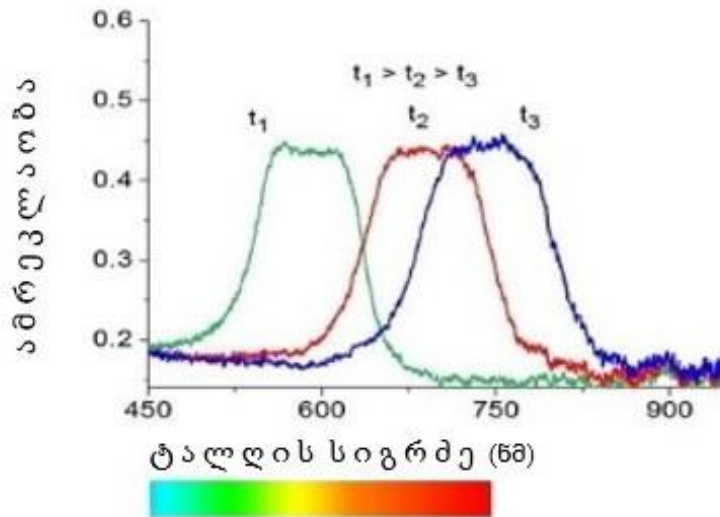
შეირჩა და გამოკვლეული იქნა ქოლესტერული თხევადკრისტალური მრავალხაზიანი ლაზერის დასამზადებლად საჭირო ნემატური თხევადი კრისტალები, ოპტიკურად აქტიური დანამატები და ლუმინესცენური საღებარები. შესწავლილი იქნა მათი ოპტიკური, თერმო და ფოტო-ოპტიკური თვისებები. დამზადდა ლუმინესცენური საღებარების სხვადასხვა კონცენტრაციით ჩამატებული ნემატური მატრიცები და ჩატარდა მათი ოპტიკური, თერმო და ფოტოოპტიკური თვისებების კვლევა. განისაზღვრა ნემატურ მატრიცებში ლუმინესცენური საღებარების ოპტიმალური კონცენტრაციები (წონის მიხედვით). მომზადდა ქოლესტერული თხევადკრისტალური (ქტკ) ნარევები და გამოკვლეული იქნა მათი ფოტო და თერმოოპტიკური პარამეტრები. შეირჩა სასურველი თერმო და ფოტოოპტიკური თვისებების მქონე ქტკ-ები. დამზადდა ქტკ-ები აკრძალული ზონის სასურველი სპექტრალური მდებარეობითა და ტემპერატურული დამოკიდებულებით. დამზადდა ლუმინესცენური საღებარ ჩამატებული ქტკ ნარევები და მოხდა მათი ოპტიკური, თერმული და ფოტოოპტიკური პარამეტრების კვლევა. დამზადდა ფიქსირებული სისქეების მქონე ოპტიკური უჯრედები და განხორციელდა მათი ოპტიკური თვისებების კვლევა. დამზადდა სხვადასხვა ოპტიკური უჯრედები, რომლებიც შევსებული იყო ქტკ-ში დოპირებული ლუმინესცენური საღებარებით და გამოკვლეული იყო დროის მიხედვით მათი სტაბილურობა ტემპერატურის, ულტრაიისფერი/ხილული დასხივებისა და ზედაპირულ ორიენტაციასთან მიმართებაში. დამჭირხნავი ულტრაიისფერი ლაზერის მოქმედების შედეგად, თითოეული ოპტიკური უჯრედისათვის განისაზღვრა ლაზერული გამოსხივების გენერაცია და გამომავალი ლაზერული გამოსხივებების ოპტიკური პარამეტრები, როგორებიცაა: სიმძლავრე, სპექტრალური მდებარეობა და გამოსხივებული ლაზერული ხაზების ნახევარ-სიგანეები.

## **3. ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ სარკეზე დაფუძნებული გარემოსადმი ადაპტირებული ტემპერატურულად მართვადი ჭკვიანი ფანჯარა.**

შეირჩა კომერციულად წვდომადი და სერტიფიცირებული, მაღალი ქიმიური და ფოტო-ქიმიური სტაბილურობის მქონე თხევადკრისტალური კომპონენტები-ნემატიკები და ოპტიკურად აქტიური დანამატები.

გამოკვლეული იქნა მათი ისეთი თერმოოპტიკური თვისებები, როგორებიცაა: ფაზური გადასვლები, სინათლის შთანთქმა და სინათლის გამტარებლობა. დამზადდა სელექტიური ამრეკლაობის ზოლების სხვადასხვა ნახევარსიგანის მქონე ქოლესტერული თხევადი კრისტალები.

თითოეული ქოლესტერული თხევადი კრისტალისათვის გამოკვლეული იქნა სელექტიური ამრეკლაობის ზოლების სპექტრალური მდებარეობები და განისაზღვრა მათი სპექტრალური წანაცვლების ტემპერატურაზე დამოკიდებულებები.



ქოლესტერული თხევადი კრისტალების სელექტიური ამრეკლაობის ზოლების წანაცვლების სპექტრალური დამოკიდებულება

**4. ფოტოკატალიზის ეფექტზე დაფუძნებული გენერატორი დახურული სივრცეების სტერილიზაციის, მავნე პათოგენების, ბიოქიმიური დამაბინძურებლებისა და სიმსივნური წარმონაქმნების გასაწმენდად.**

დამზადდა ტიტანიუმის დიოქსიდის ( $\text{TiO}_2$ ) ნანონაწილაკებით დოპირებული პოლივინილის სპირტის (პვს) ნანოკომპოზიცია. მოხდა მოცემული ნანოკომპოზიციის დაფენა მინის ზედაპირებზე, ზომით  $10 \times 10$  სანტიმეტრი და დაპოლიმერიზირდა ციფრულად მართვად საშრობ კარადაში, 100 გრადუსს ტემპერატურაზე, 60 წუთის განმავლობაში. ოთახის ტემპერატურაზე გაციების შემდეგ მიღებული იქნა პვს/  $\text{TiO}_2$ -ის ფირები და ჩატარდა მათი თერმო, ოპტიკური და ფოტოოპტიკური კვლევები. განისაზღვრა  $\text{TiO}_2$ -ის ოპტიმალური კონცენტრაციები და ფირის მისაღები სისქეები. იგივე მეთოდით მომზადდა პვს/ $\text{TiO}_2$ -ში ჩამატებული ლუმინესცენციური საღებარები-ნანოკომპოზიციები და ულტრაიისფერი სინათლით დასხივებისას შესწავლილი იქნა  $\text{TiO}_2$ -ის მიერ მოცემული საღებარების დეგრადაციის ხარისხები.

2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით — არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

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

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

3.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი — არა

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

3.2.

1) დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი — არა

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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 — არა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები: — არა

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები — არა

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები



- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.2. სახელმძღვანელოები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.3. კრებულები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

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

1) ავტორი/ავტორები — არა

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.2. სახელმძღვანელოები — არა

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.3. კრებულები — არა

## 1) ავტორები

- 1.
- 2.

## 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 7.4. სტატიები — არა

## 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

## 2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

- 1.
- 2.

## 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

## 8.1. საქართველოში

## 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. ლალი დევამძე, გ.პეტრიაშვილი, შ.ახობაძე, ც. ზურაბიშვილი, ნ.სეფაშვილი
- 2.

## 2) მოხსენების სათაური

1. Spiopyrans with negative photochromism for nanotechnology
- 2.

## 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. მე-6 საერთაშორისო კონფერენცია „ნანოტექნოლოგია“, 6th International Conference “Nanotechnology”, 2021, 4–8 ოქტომბერი, სტუ, საქართველო, თბილისი

2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

8. 2. უცხოეთში — არა

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1.

2.

2) მოხსენების სათაური

1.

2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1.

2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

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

## ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი

### 2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება: სსიპ ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

“საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური და საინჟინრო გეოლოგიური პრობლემების კვლევა რესურსების რაციონალურად გამოყენებისა და გარემოს დაცვის მიზნით.”

I ქვეპროექტი “საქართველოს მთიანი რეგიონების მინერალური წყლების რესურსული პოტენციალის კვლევა.”

II ქვეპროექტი: „საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ლიოსისებური ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევა ტერიტორიების რაციონალური ათვისების მიზნით.“

III ქვეპროექტი: “აჭარის ზღვის სანაპირო ზონის თანამედროვე საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების კვლევა გეოლოგიურ გარემოს დაცვასთან დაკავშირებით.”

IV ქვეპროექტი: „მათემატიკური გეოლოგიის მეთოდების გამოყენება მდინარეული წყლების ტოქსიკური მეტალებით დაბინძურების პრობლემების გადასაჭრელად.“

**დარგი:** საბუნებისმეტყველო მეცნიერება-დედამიწისა და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი-გეოლოგია.

**სამეცნიერო მიმართულებები:** ჰიდროგეოლოგია, საინჟინრო გეოლოგია, ზღვის საინჟინრო გეოლოგია, გეოეკოლოგია.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები  
2018-2022 წწ.

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):  
პროექტის ხელმძღვანელი პროფესორი ზ. კაკულია

**I ქვეპროექტის ხელმძღვანელი** ბ. მხეიძე -მთავარი მეცნიერი, ჰიდროგეოლოგიის განყოფილების უფროსი;

ლ. ლლონტი - უფროსი მეცნიერი, ჰიდროგეოლოგი;

ა. სონდულაშვილი - მეცნიერი, ექსპედიციის უფროსი;

ი. ნანაძე - მეცნიერი, ქიმიკოს-ანალიტიკოსი;

მ. კოპაძე - მეცნიერი, ქიმიკოს-ანალიტიკოსი;

ლ. ხვიჩია - ინჟინერი, ქიმიკოს-ანალიტიკოსი;

გ. ომსარაშვილი - მეცნიერი, კომპიუტერული უზრუნველყოფა.

**II ქვეპროექტის ხელმძღვანელი** ზ. ვარაზაშვილი - მთავარი მეცნიერი, საინჟინრო გეოლოგიის განყოფილების უფროსი;

გ. ჭოხონელიძე - მთავარი მეცნიერი, კონსულტანტი;

დ. ჩუტკერაშვილი - უფროსი მეცნიერი, ინჟინერ-გეოლოგი.

**III ქვეპროექტის ხელმძღვანელი** გ. იაშვილი - უფროსი მეცნიერი, ზღვის საინჟინრო გეოლოგიის განყოფილების უფროსი;

ნ. კეზევაძე - მთავარი მეცნიერი, ეკოლოგიური კვლევა;

ო. ოქრიაშვილი - ლაბორანტი, სავლე საექსპედიციო სამუშაოები.

**IV ქვეპროექტის ხელმძღვანელი** დ. აბზიანიძე - უფროსი მეცნიერი, გეოეკოლოგიური მონიტორინგის განყოფილების უფროსი;

მ. მარდაშოვა - მთავარი მეცნიერ, ექსპედიციების ორგანიზება, სამეცნიერო დასკვნები;

ვ. აბზიანიძე - მეცნიერი, მათემატიკური და გეოინფორმაციული მოდელირება, თემატიური რუკების შექმნა; ლოკალური GIS და მონაცემთა ბაზის შექმნა;

ლ. ხვიჩია - ინჟინერი, ქიმიური კვლევების უზრუნველყოფა;

თ. ძაძამია - უფროსი მეცნიერი, ლაბორატორული კვლევების უზრუნველყოფა;

გ. ზადიშვილი - სტაჟიორი (მაგისტრანტი) - კვლევით და პრაქტიკულ სამუშაოებში მონაწილეობა.

**2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები**

### 2.1

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

**1. I ქვეპროექტი:** „საქართველოს მთიანი რეგიონების მინერალური წყლების რესურსული პოტენციალის კვლევა.“

**დარგი:** საბუნებისმეტყველო მეცნიერება-დედამიწისა და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი - გეოლოგია;

**სამეცნიერო მიმართულებები:** ჰიდროგეოლოგია;

**2. II ქვეპროექტი:** „საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ლიოსისებური ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევა ტერიტორიების რაციონალური ათვისების მიზნით.“

**დარგი:** საბუნებისმეტყველო მეცნიერება-დედამიწისა და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი - გეოლოგია;

**სამეცნიერო მიმართულებები:** საინჟინრო გეოლოგია;

**3. III ქვეპროექტი:** „აჭარის ზღვის სანაპირო ზონის თანამედროვე საინჟინრო-გეოლოგიური პრობლემების კვლევა გეოლოგიურ გარემოს დაცვასთან დაკავშირებით.“

**დარგი:** საბუნებისმეტყველო მეცნიერება-დედამიწისა და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი - გეოლოგია;

**სამეცნიერო მიმართულებები:** ზღვის საინჟინრო გეოლოგია, გეოეკოლოგია;

**4. IV ქვეპროექტი:** „მათემატიკური ეკოლოგიის მეთოდების გამოყენება მდინარეული წყლების ტოქსიკური მეტალებით დაბინძურების პრობლემების გადასაჭრელად.“

**დარგი:** საბუნებისმეტყველო მეცნიერება-დედამიწისა და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი - გეოლოგია;

**სამეცნიერო მიმართულებები** - გეოეკოლოგია.

2) ქვეპროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2018-2022;

2. 2018-2022;

3. 2018-2022;

4. 2020-2022.

3) ქვეპროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. I ქვეპროექტი:

ბ. მხეიძე - ხელმძღვანელი, მთავარი მეცნიერი, ჰიდროგეოლოგიის განყოფილების უფროსი;

ლ. ღლონტი - უფროსი მეცნიერი, ჰიდროგეოლოგი;

ა. სონღულაშვილი - მეცნიერი, ექსპედიციის უფროსი;

ი. ნანაძე - მეცნიერი, ქიმიკოს-ანალიტიკოსი;

მ. კოპაძე - მეცნიერი, ქიმიკოს-ანალიტიკოსი;

ლ. ხვიჩია - ინჟინერი, ქიმიკოს-ანალიტიკოსი;

გ. ომსარაშვილი - მეცნიერი, კომპიუტერული უზრუნველყოფა.

2. II ქვეპროექტი:

ზ. ვარაზაშვილი - II ქვეპროექტის ხელმძღვანელი, მთავარი მეცნიერი, საინჟინრო გეოლოგიის განყოფილების უფროსი;

გ. ჭოხონელიძე - მთავარი მეცნიერი, კონსულტანტი;

დ. ჩუტკერაშვილი - უფროსი მეცნიერი, ინჟინერ-გეოლოგი;

3. III ქვეპროექტი:

გ. იაშვილი III ქვეპროექტის ხელმძღვანელი - უფროსი მეცნიერი, ზღვის საინჟინრო გეოლოგიის განყოფილების უფროსი;

ნ. კეზევაძე - მთავარი მეცნიერი, ეკოლოგიური კვლევა;

ო. ოქრიაშვილი - ლაბორანტი სავლე საექსპედიციო სამუშაოები.

4. IV ქვეპროექტი:

დ. აბზიანიძე IV ქვეპროექტის ხელმძღვანელი - უფროსი მეცნიერი, გეოეკოლოგიური მონიტორინგის განყოფილების უფროსი;

მ. მარდაშვილი - მთავარი მეცნიერი, ექსპედიციების ორგანიზება, სამეცნიერო დასკვნები;

ვ. აბზიანიძე - მეცნიერი, მათემატიკური და გეოინფორმაციული მოდელირება, თემატიკური რუკების შექმნა; ლოკალური GIS და მონაცემთა ბაზის შექმნა;

ლ. ხვიჩია - ინჟინერი, ქიმიური კვლევების უზრუნველყოფა;

თ. ძაძამია - უფროსი მეცნიერი, ლაბორატორული კვლევების უზრუნველყოფა;

გ. ზადიშვილი - სტაჟიორი (მაგისტრანტი) - კვლევით და პრაქტიკულ სამუშაოებში მონაწილეობა.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)**

**1. I ქვეპროექტი: “საქართველოს მთიანი რეგიონების მინერალური წყლების რესურსული პოტენციალის კვლევა”**

განყოფილების თანამშრომლები ასრულებდნენ ზემოაღნიშნული თემის მე-3 ეტაპის ”კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ფერდობის მინერალური წყლების რესურსული პოტენციალის კვლევა“-ის სამუშაოებს.

სავლე პირობებში წყალში განსაზღვრული იქნა pH, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, H<sub>2</sub>S NO<sub>2</sub> NH<sub>4</sub> შემცველობა, წყლის ტემპერატურა და დებიტი. მიკროკომპონენტები განსაზღვრულ იქნა ჩვენი ინსტიტუტის ქიმიურ ლაბორატორიაში ქიმიკოსების ი. ნანაძის, მ. კოპაძისა და ლ. ხვიჩიას მიერ. სულ გაკეთებული იქნა



მინერალური წყლის 21 ანალიზი, თუმცა შესწავლილი იქნა წყაროების 25 გამოსავალი. საბოლოოდ მივიღეთ შემდეგი დასკვნები და რეკომენდაციები:

1. საკვლევი ტერიტორია - კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ფერდობი - მოიცავს მდ. არაგვის ზემო წელის აუზს, პრაქტიკულად თითქმის მთლიანად ფშავ-ხევსურეთს;
2. ფშავ-ხევსურეთი ყურადღებას იპყრობს მრავალფეროვანი თვისებებისა და ქიმიური შედგენილობის მინერალური წყლებით;
3. გამოკვლეული მინერალური წყლები ძირითადად ჰიდროკარბონატული და ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდულია. ფართოდაა აგრეთვე წარმოდგენილი სუსტი და დაბალი მინერალიზაციის შერეული ქიმიური შედგენილობის, CO<sub>2</sub>-ით გაჯერებული წყლები. ფიქსირებულია აგრეთვე ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატული წყლების რამდენიმე გამოსავალი. საერთოდ გამოსავლების უმეტესობაში აღინიშნება CO<sub>2</sub>-ის ინტენსიური გამოვლენა;
4. კვლევების შედეგად დადგინდა მინერალური წყლების გავრცელების შემდეგი კანონზომიერება: ჰიდროკარბონატული ნატრიუმთან-კალციუმთან ან კალციუმთან-ნატრიუმთან წყლები დაკავშირებულია ქვედა და შუაიურული თიხიან ფიქლებთან, ხოლო ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდული ან ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატული ნატრიუმთან ან ნატრიუმ-კალციუმთან წყლები - ზედაიურულ - ქვედაცარცულ კარბონატულ ფლიშთან;
6. ზემოთ აღნიშნული კანონზომიერების გათვალისწინებას დიდი მნიშვნელობა აქვს მინერალური წყლების გარკვეული ტიპის რესურსების გამოვლენისათვის ჰიდროგეოლოგიურ-სადიებო სამუშაოების ჩატარების დროს. კანონზომიერების დადგენა გარკვეული თეორიული მნიშვნელობისაა მინერალური წყლების ტიპების სივრცული განაწილების კვლევაში. იგი აუცილებლად გასათვალისწინებელია ჰიდროგეოლოგიურ-სადიებო სამუშაოების ჩატარების პროცესში, რათა თავიდან იქნას აცილებული მატერიალურ ფინანსური რესურსების არარაციონალური ხარჯვა;
7. მინერალური წყლების სადიებო-ბურღვითი სამუშაოების ჩატარების წინ აუცილებელია კონსულტაციისთვის მიემართოს საკურორტო-ბალნეოლოგიური დარგის სპეციალისტებს. ამის გარეშე შესაძლოა სადიებო-საექსპლოატაციო სამუშაოებზე გაწეული ხარჯები ზარალით დამთავრდეს: ამის ცუდი მაგალითია სოფ. სალაჯურთან გაყვანილი საექსპლოატაციო ჭაბურღილი და მინერალური წყლის ჩამომსხმელი საწარმო, რომელმაც მინერალური წყლის სახელწოდებით „გუდაური“ მხოლოდ ერთი პარტიის ჩამოსხმა მოასწრო და წარმოება შეჩერდა. საქმე ისაა, რომ ამ ჭაბურღილით მიღებულია მაღალი მინერალიზაციის (18.2 გ/ლ) ტუტე-მარილოვანი წყალი, რომლის დაღვეა მავნებელია ჯანმრთელობისთვის;
8. ფშავ-ხევსურეთში საკმაო რაოდენობით მოიპოვება ფართომასშტაბიანი ექსპლოატაციისთვის გამოსადეგი მინერალური წყლების გამოსავლები. ესაა სუსტი (2.0 გ/ლ) და დაბალი (2 -4 გ/ლ) მინერალიზაციის შერეული შედგენილობის ნარშიორორჟანგა აირით გაჯერებული წყლები. ამ ტერიტორიაზე მოიპოვება აგრეთვე დაბალი და საშუალო მინერალიზაციის ტუტე-მარილოვანი წყლები, რომლებიც ქიმიური შედგენილობით წააგავს „ესენტუკის“ საყოველთაოდ განთქმულ მინერალურ წყალს, რომელიც გამოიყენება ექიმის დანიშნულებით ადგილზე ღვიძლის დაავადებათა სამკურნალოდ და პროფილაქტიკისათვის. ფშავ-ხევსურეთში ფიქსირდება აგრეთვე ნარზანის ტიპის მინერალური წყლების გამოსავლები.

## **2.II ქვეპროექტი: „საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ლიოსისებური ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევა ტერიტორიების რაციონალური ათვისების მიზნით“**

2021 წლის მეორე კვრტილიდან საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის საინჟინრო-გეოლოგიის განყოფილებამ დაიწყო კვლევით-სამეცნიერო სამუშაოები საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ლიოსისებური ქანების გავრცელების არეალის დასადგენად და მათი თვისებების შესასწავლად 2018-2022 წლების პროგრამული პროექტის მიხედვით.

ლიოსისებური ქანები წარმოადგენენ მსუბუქი თიხნარების ტიპის ქანებს, რომლებსაც დასველების შემთხვევაში დაჯდომადი თვისებები უვითარდებათ (სტრუქტურის დაშლის შედეგად მოცულობაში კლებულობენ), რის გამოც პრობლემებს წარმოშობენ მშენებლობის მიმართულებით. ისინი განსაკუთრებით საყურადღებოა არიან ხაზოვანი ნაგებობების მშენებლობების დროს. საქართველოში ისინი, ძირითადად, ქვეყნის აღმოსავლეთ ნაწილში - მდ. მტკვრის, იორისა და ალაზნის ხეობების ტერასებზე და მათ მიმდებარე ფერდობებზე გვხვდებიან. კვლევების მიზანს წარმოადგენს ლიოსისებური ქანების გავრცელების არეალისა და სიმძლავრეების დადგენა და მათი დაჯდომადი თვისებების განსაზღვრა, რათა შემუშავებული იქნას რეკომენდაციები ასეთი ტერიტორიების ათვისების დროს.

პირველი ეტაპზე განხორციელდა მოსამზადებელი სამუშაოები სავსე კვლევებისათვის, მომზადდა შესაბამისი ფონდური და ტოპოგრაფიული მასალა. ამ მასალაზე დაყრდნობით გამოვლინდა მდ. ალაზნისა და მდ. იორის აუზებში არსებული ლიოსისებური ქანების გავრცელების ზოგადი საზღვრები. მიღებული ინფორმაციის დახვეწისა და გაფართოების მიზნით მოეწყო სარეკოგნოსცირებო მარშრუტები აღნიშნული მდინარეების ხეობებში და მათ შემოგარენში, ძირითადად, საგარეჯოს, დედოფლისწყაროს და თელავის რაიონებში. მუშაობის პერიოდში დადგინდა აღნიშნული რაიონების ტერიტორიაზე ლიოსისებური ქანების გავრცელების საზღვრები, ლაბორატორიული გამოკვლევებისათვის აღებული იქნა 115 დაურღვეველი სტრუქტურის ნიმუში, რომლებიც გადაიგზავნა ინსტიტუტის გეოტექნიკურ ლაბორატორიაში მათი დაჯდომადი თვისებების განსაზღვრის მიზნით.

საბოლოოდ, ჩატარებულმა კვლევებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა მდ. ალაზნისა და მდ. იორის აუზების ფარგლებში ლიოსისებური ქანების გავრცელების საზღვრები, შეგვესწავლა მათი ფიზიკური მახასიათებლები და დაჯდომადი თვისებები. მიღებული მონაცემები გამოყენებული იქნება საქართველოს ტერიტორიაზე ლიოსისებური ქანების გავრცელების რუკის შესაქმნელად და ამ ტერიტორიების ათვისებისათვის საჭირო რეკომენდაციების შესამუშავებლად.

ტექსტს თან ერთვის შემდეგი მასალა:

- 1) ფაქტიური მასალების რუკა.
- 2) ლიოსისებური ქანების გავრცელების რუკა მდ. ალაზნისა და მდ. იორის აუზებში, პირობითი ნიშნებით.
- 3) ლაბორატორიული კვლევის გრაფიკული მონაცემები.
- 4) ლიოსისებური ქანების ფიზიკური თვისებებისა და ფარდობითი დაჯდომის კოეფიციენტის განსაზღვრის ჯამური ცხრილი.

### **3. III ქვეპროექტი: “აჭარის ზღვის სანაპირო ზონის თანამედროვე საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების კვლევა გეოლოგიური გარემოს დაცვასთან დაკავშირებით”**

ზღვის სანაპირო ზონა – ზღვისა და ხმელეთის ის ნაწილია, სადაც ლითოსფერო და ჰიდროსფერო აქტიურ ურთიერთზემოქმედებას განიცდიან. მის საზღვრებში მიმდინარეობს ტალღების ტრანსფორმაცია, მისი ენერჯის სრული დახარჯვა, ნაშალი მასალის (კენჭნარები, ქვიშნარები) გადაადგილება და სანაპირო ზღვიური რელიეფის სისტემატიური სახეცვლილება.

გამომდინარე აქედან საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები ამ ზონაში დროთა განმავლობაში ცვლილებებს განიცდის. ეს პირობები აგრეთვე დამოკიდებულია ანთროპოგენულ ფაქტორებზე (ჰიდროენერგეტიკული ობიექტებისა და პორტების მშენებლობა, მდინარის შესართავების შეცვლა და სხვ.).

კვლევის მიზანი იყო დაგვედგინა აჭარის ზღვის სანაპირო ზოლის თანამედროვე საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები გარემოს დაცვასთან დაკავშირებით. პირველყოვლისა, ჩვენ მიერ დამუშავებული და გაანალიზებული იქნა არსებული ფონდური მასალა, რომელიც მოპოვებული იყო მრავალი წლის განმავლობაში, როგორც ჩვენი ინსტიტუტის მიერ, ასევე სხვადასხვა საპროექტო ორგანიზაციების მიერ.

განისაზღვრა ძირითადი ბუნებრივი და ანთროპოგენული ფაქტორების როლი, რომლებიც განაპირობებენ საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების ფორმირებას. ბუნებრივი ფაქტორებიდან მნიშვნელოვანია ზღვის ტალღური რეჟიმი და მდინარეთა მყარი გამონატანი. მყარი გამონატანის საკითხებზე გამოქვეყნებული შრომებიდან აღსანიშნავია შ. ჯაოშვილის, გ. ხმალამისა და ა. მანდიჩის შრომები.

მყარი ჩამონადენის მიხედვით აჭარის ზღვის სანაპირო ზონა იყოფა 2 ჯგუფად:

I ჯგუფი – რომელიც 1 ტონაზე მეტია – მდ. ჭოროხი;

II ჯგუფი – რომელიც 1 ტონაზე ნაკლებია – მდ. ნატანები, მდ. კინტრიში, მდ. ჩაქვისწყალი, მდ. კოროლისწყალი;

აჭარის სანაპიროს მთავარი მდინარეების მყარი ჩამონატანის პლაჟწარმომქმნელი ნალექებისა და ჰიდროგეოლოგიური მახასიათებლების ანალიზმა ცხადყო, რომ აჭარის მდინარეებს უმთავრესად ჩამოაქვთ პლაჟწარმომქმნელი მასალის მცირე რაოდენობა, გამონაკლისს წარმოადგენს მდ. ჭოროხი, რომელსაც შემოაქვს საკმაოდ უხვი პლაჟწარმომქმნელი ნალექები და დიდ როლს ასრულებს აჭარის ზღვის სანაპიროს ფორმირებაში.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ დღესდღეობით მდ. ჭოროხის გამონატანის გადაადგილება ბათუმის პორტის ჩრდილოეთით მკვეთრად შეზღუდულია. მდ. ჭოროხი სათავეს იღებს თურქეთში. მისი სიგრძე 438 კმ-ია, მათ შორის 26 კმ-იან მონაკვეთზე მიედინება აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის ტერიტორიაზე. აუზის ფართობი 22000 კმ<sup>2</sup>-ია. მდ. ჭოროხი ძირითადად მიედინება ტექტონიკურ ხეობაში ლაზისტანისა და ჭოროხის ქედებს შორის და ქალაქ ბათუმის სამხრეთით ერთვის შავზღვას. წყლის საშუალო ხარჯი შესართავთან – 277 მ<sup>3</sup>/წმ, ხოლო მისი წყალშემკრების ფართობი 22100 კმ<sup>2</sup>. იგი ჩაედინება საქართველოს ფარგლებში 26 კმ მანძილზე. მდინარის სიმაღლეთა სხვაობა ამ უბანზე 780 მ-ია.

მდ. ჭოროხი საზრდოობს სხვადასხვა წყაროებით, ძირითადად წვიმის წყლებით. მდინარის დონის აწევა, შეინიშნება გაზაფხულზე და გრძელდება 1-2 თვის განმავლობაში. მაქსიმუმს აღწევს მაისის თვეში. მაქსიმუმის საშუალო სიმაღლე 2.0-2.5 მ-ია. მაისის მეორე ნახევრიდან იწყება კლება. ეს კლება მიმდინარეობს არათანაბრად და ირღვევა რამოდენიმე წვიმიანი პიკებით. ზაფხულში თავსხმებისა და ინტენსიური წვიმების დროს მდინარის დონის აწევამ შეიძლება 4.0-5.0 მ-ს მიაღწიოს.

მდ. ჭოროხს ზღვაში შემოაქვს აჭარის სანაპიროს მდინარეების მთელი მყარი ჩამონატანის 80-90 %. მათ შორის დაახლოებით 2 მლნ. ტონა წელიწადში.

ზღვის სანაპირო ზონის მდგომარეობის გარანტს უმთავრესად პლაჟები წარმოადგენენ. ისინი წინ აღუდგებიან ისეთ დამანგრეველ ძალას როგორცაა ზღვის ტალღები. ამიტომ, საჭიროა ძალისხმევა, რომ დავიცვათ მათი სტაბილურობა და შევქმნათ ისინი სადაც არ არიან. ზღვის სანაპირო ზონის დაცვის მთავარ ეფექტურ მეთოდად გვევლინება პლაჟების პროფილის ხელოვნური აღდგენა ქვიშოვან-კენჭნაროვანი მასალის შევსებით. ასეთი სამუშაოები უმთავრესად უნდა ჩატარდეს ზღვის სანაპირო ზონაში, კერძოდ მახინჯაური - ქობულეთის სანაპიროზე, სადაც ზღვის სანაპიროს წარეცხვებია გამოვლენილი.

რაც შეეხება ბათუმის სანაპირო ზონის წარეცხვებს, უმთავრესად შეინიშნება სოფ. ადლიასთან, მაგრამ, თუ გავითვალისწინებთ, რომ თურქეთის ტერიტორიაზე მდ. ჭოროხის ზედა და შუა წელში აშენებული ჰიდროტექნიკური და ჰიდროენერგეტიკული ობიექტების მშენებლობას, მომავალში მდ. ჭოროხის მყარი გამონატანი შედარებით შემცირდება, რაც უარყოფითად იმოქმედებს ბათუმის ზღვის სანაპიროს მთელ სიგრძეზე. ამიტომ მკვებავი მყარი მასალის დეფიციტის გამო საჭირო გახდება ინერტული მასალის დიდი რაოდენობა მსხვილმასშტაბიანი ჩაყრების განსახორციელებლად, როგორც სანაპირო ზოლში, ასევე წყალქვეშა ფერდობის მცირე სიღრმეზე (4-5 მ).

**4. IV ქვეპროექტი: „მათემატიკური ეკოლოგიის მეთოდების გამოყენება მდინარეული წყლების ტოქსიკური მეტალებით დაბინძურების პრობლემების გადასაჭრელად“**

პროექტის კვლევის მიზანია მათემატიკური და გეოინფორმაციული მოდელების კომპლექსის გამოყენება მდინარეების ყვირილასი და ლუხუმის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებისთვის, მისი ეკოლოგიური მდგომარეობის მონიტორინგი სივრცეში და დროში. ამისათვის ინფორმაციის შეგროვების და მისი გაანალიზების საფუძველზე შეიქმნება მათემატიკური მოდელი და ლოკალური GIS-პროექტი. ქიმიური ელემენტების კონცენტრაცია წყალში შეიძლება განვიხილოთ როგორც ცვლადი, რომელიც არსებობს და უწყვეტად იცვლება დროში. შეფასების სიზუსტე დამოკიდებულია, ძირითადად, დაკვირვების რაოდენობაზე. ამ პოზიციის გათვალისწინებით მდინარეულ წყლებში ქიმიური ელემენტების ქცევის შესწავლას უზრუნველყოფს რაციონალურად ჩატარებული კვლევები, რომლებიც მიმართულია, პირველ რიგში, მდინარეში ელემენტების ჰიდროქიმიური ანალიზების სერიების ორგანიზაციაზე, რომელიც მოიცავს წყლის სინჯების აღებას გარკვეული ინტერვალებით (დაბინძურების წყაროს ადგილი, დაბინძურების ზევით და დაბინძურების შემდეგ) და მეორე მხრივ, ქიმიური ელემენტების დროში განაწილების კვლევის ორგანიზაციაზე, რომელიც დაფუძნებულია წყლის სინჯების აღებაზე განსაზღვრული დროის ინტერვალში ერთი და იგივე ადგილებიდან.

2021 წელს ცვლილებების დინამიკის განსაზღვრისათვის სინჯები აღებული იყო ერთ და იგივე ადგილებზე, რაც დასტურდება GPS კოორდინატებით. აღების ადგილები დაფიქსირებულია ვექტორულ რუკაზე. აღებული ნიმუში დამუშავებული იქნა საერთაშორისოდ აღიარებული მეთოდით სპექტროფოტომეტრზე (Spectrophotometer EMC – 11D – V). მონაცემები შედარებული იქნა ადრე არსებული მონაცემებთან და აგრეთვე შედარებული იქნება იმავე ადგილებზე ექსპედიციებში აღებული ნიმუშების მონაცემებთან იმისთვის, რომ გაკეთდეს სტატისტიკური ანალიზი. ჩვენს მიერ მოპოვებული მონაცემების და ადრინდელი კვლევების მასალების მიხედვით შეიქმნა რეალური სისტემის საწყისი მოდელი, რომელიც შეიცავს ფიზიკურ, ქიმიურ, ეკოლოგიურ და სხვა მასალას და შემდგომი მონაცემების საფუძველზე შეივსება და დაიხვეწება. პარალელურად შეივსო არსებული მონაცემთა ბაზა. ამდაგვარ პირველად მონაცემებს შეუძლია მოგვცეს საწყისი ინფორმაცია სისტემის ცვლილებების დინამიკაზე და გამოიკვლიოს მართვადი ზემოქმედება, აწარმოოს ინტერპოლაცია, კორელაცია და ანალიზი. მათემატიკური მოდელის შექმნასთან პარალელურად ვიყენებდით გეოსაინფორმაციო სისტემის პროგრამებს, რომელთა ურთიერთობა არის ამ კვლევების ძირითადი მნიშვნელოვანი თავისებურება და წარმოადგენს ერთგვარ ურთიერთ „კონტროლს“. სივრცული ობიექტების მოდელი წარმოადგენს სივრცული ობიექტის წარმოსახვას ციფრულ გამოსახულებაში, ანუ თუ როგორ გამოისახებიან ისინი რუკაზე. სივრცული ობიექტის ციფრული აღწერა შეიცავს: ობიექტის დასახელებას, მის მდებარეობას, ობიექტის თვისებების აღწერას, მის სივრცულ ურთიერთობას სხვა ობიექტებთან. გეოსტატისტიკური ანალიზის საშუალებით შევასრულეთ ინტერპოლირება. არსებული მონაცემების მიხედვით ანუ საკვლევი ტერიტორიის წერტილების ურთიერთკავშირის შესწავლის გზით ავაგეთ მძიმე მეტალების კონცენტრაციის განაწილების ზედაპირი. ინტერპოლირებით აგებული ზედაპირები, რომლებიც წარმოადგენენ თემატიურ რუკებს, შემდგომში გამოიყენება GIS-მოდელირებაში, ანალიზისთვის და, აგრეთვე, ვიზუალიზაციისათვის. ზუსტი მონაცემების მიღებისათვის გავითვალისწინეთ ანიზოტროპია. ანიზოტროპია - ეს არის შემთხვევითი პროცესის მახასიათებელი, რომელიც გვიჩვენებს, რომ სივრცობრივი ავტოკორელაცია უფრო მკვეთრად მქდავდება ერთი მიმართულებით, ვიდრე სხვა მიმართულებით. ეს შესაძლებელია იყოს რეზულტატი ჩვენთვის უცნობი ფიზიკური ზემოქმედებისა.

## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. არა

2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

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

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

3.1. გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1) არა

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

3.2.

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

1. არა

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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

1. არა

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)**

4.2.

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

1. არა

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1. არა

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1. არა

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1.

2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

1. მ. მარდაშოვა, ხ. ავალიანი, ა. ქემოკლიძე

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. „მუხრანის წყალამდების ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური პირობები და საექსპლუატაციო ჭაბურღილების ჰიდროდინამიკური რეჟიმის შესწავლა“, ISBN978-9941-28-690-2

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, "ტექნიკური უნივერსიტეტი",

4) გვერდების რაოდენობა

1. 1. 55

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

მონოგრაფიაში განხილულია მუხრანის წყალამდებზე ჩატარებული კომპლექსური ჰიდროგეოლოგიური კვლევების და შესრულებული სამუშაოების შედეგები. აგრეთვე გადმოცემულია არსებული საფონდო და ლიტერატურული წყაროების ანალიზის საფუძველზე დაგროვილი საკმაოდ მდიდარი ფაქტობრივი მასალა, მათ შორის: მუხრანის წყალამდების ტერიტორიაზე მოქმედი ჭაბურღილების მწარმოებლობის, მათში წნევიანი მიწისქვეშა წყლების დონეების განაწილების, წყალშემცველი ჰორიზონტების გავრცელებისა და ვერტიკალურ ჭრილში მათი განლაგების მონაცემები. აქვეა განხილული სასაზღვრო ჰიდროდინამიკური პირობების, დროში დონეების ცვალებადობის, მიწისქვეშა წყლების ფიზიკური თვისებების, ქიმიური შედგენილობის, ბაქტერიოლოგიური მდგომარეობის, საბადოს სანიტარიული პირობებისა და სხვა აუცილებელი პარამეტრების საკვებები, რომელთა სისტემატიზაციის გზით შესაძლებელი გახდა წყალამდების ტერიტორიაზე მიწისქვეშა წნევიანი წყლების საექსპლუატაციო მარაგების დიდი სიზუსტით შეფასება.

ჩატარებული კომპლექსური სავლე, ლაბორატორიული და კამერალური ჰიდროგეოლოგიური კვლევების შედეგად გამოვლენილია მუხრანის არტეზიული აუზის ჰიდროგეოლოგიური პირობები, მანამდე შეუსწავლელი თავისებურებები.

მუხრანის წყალამდების ჭაბურღილებში ჩატარებული სავლესაცდელ-ფილტრაციული ამოტუმბვების მონაცემებით ირკვევა, რომ მუხრანის არტეზიული აუზის წნევიანი წყალშემცველი ჰორიზონტები მაღალი ფილტრაციული პარამეტრებით (ფილტრაციის კოეფიციენტი, წყალგამტარობა, პიეზოგამტარობის კოეფიციენტი) ხასიათდება. აღნიშნულ ფაქტორს ერთვის ერთგვარად ჩაკეტილი, ფართობით არცთუ დიდი ჰიდროგეოლოგიური სტრუქტურის ინტენსიური კვების არე, ფორმირებული არა მხოლოდ მდინარეების - ქსნისა და არაგვის მძლავრი ფილტრატების ხარჯზე, არამედ ჩრდილოეთიდან და სამხრეთიდან შემომსაზღვრელ ქედებზე ფორმირებული მნიშვნელოვანი მიწისქვეშა ჩამონადენების ხარჯზეც. ბუნებრივი ფაქტორების ამგვარი ხელსაყრელი შერწყმა განაპირობებს აუზის ფარგლებში მიწისქვეშა წნევიანი წყლების ასეთი სტრუქტურისთვის, შეიძლება ითქვას, კოლოსალური რესურსის ჩამოყალიბებას, რაც მუხრანის არტეზიული აუზის წყლებს დედაქალაქის (და არა მხოლოდ დედაქალაქის) სასმელი წყალმომარაგების უალტერნატივო წყაროდ აქცევს.

**6.2. სახელმძღვანელოები**

1) ავტორი/ავტორები

1. არა

2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**6.3. კრებულები**

1) ავტორი/ავტორები

1. არა
- 2.
- 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN
  - 1.
  - 2.
- 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა
  - 1.
  - 2.
- 4) გვერდების რაოდენობა
  - 1.
  - 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

6.4. სტატიები ციფრული (დიגיტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. არა
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. მ. მარდაშოვა, თ. ძამამია, ნ. მომცელიძე
2. მ. მარდაშოვა, თ. მიქავა
3. გ. ომსარაშვილი
4. ვ. აბზიანიძე, დ. აბზიანიძე, ზ. კაკულია
5. რ. მანაგაძე, ვ. აბზიანიძე, დ. აბზიანიძე

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. „წყნეთი-სამადლო საავტომობილო გზის მიმდებარე ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური პირობების შესახებ“, ISSN 1512-0996
2. „მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპიროს გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყლების ზოგადი დახასიათება“, ISSN 1512-0996
3. „მდ. ჭერემისხევის კალაპოტში ფორმირებული წყლების ხარისხის შეფასება სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგების მიზნებისათვის“, ISSN 1512-0996



4. გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება და ეკოლოგიური უსაფრთხოების პრობლემების გადაწყვეტა მატემატიკური ეკოლოგიის მეთოდების და გეოსაინფორმაციო სისტემის პროგრამების გამოყენებით, ISSN 1512-0996

5. მათემატიკური მეთოდების გამოყენება გარემოს დაცვის პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად, ISSN 1512-0996

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. სტუ სამეცნიერო შრომების კრებული, #1(519)
2. სტუ სამეცნიერო შრომების კრებული, #2(520)
3. სტუ სამეცნიერო შრომების კრებული, #1(519)
4. სტუ სამეცნიერო შრომების კრებული, #3(521)
5. სტუ სამეცნიერო შრომების კრებული, #3(521)

4) გამოცემისადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, საგ. სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
2. თბილისი, საგ. სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
3. თბილისი, საგ. სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
4. თბილისი, საგ. სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
5. თბილისი, საგ. სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“

5) გვერდების რაოდენობა

1. 18
2. 14
3. 11
4. 8
5. 7

#### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. წყნეთი-სამადლო საავტომობილო გზის მონაკვეთზე ჰიდროგეოლოგიური კვლევის საჭიროების აუცილებლობა გამოიწვია 2015 წლის ივნისში მდ. ვერეს ხეობაში მომხდარი ცნობილი სტიქიური მოვლენების ტრაგიკულმა შედეგებმა, რომელსაც დამანგრეველი პროცესები და მსხვერპლი მოჰყვა. წყნეთი-სამადლოს გზის მიმდებარე ტერიტორიის ამჟამად არსებული ჰიდროგეოლოგიური მდგომარეობის კვლევის მიზანი არის მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებების დასახვა, რომლის საშუალებითაც უნდა შეიქმნას ტრასის ექსპლუატაციის ნორმალური პირობები. საკვლევი ტერიტორია მდებარეობს თრიალეთის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთ განშტოების ჩრდილოეთ ფერდზე, რომლის კალთებიდან სათავეს იღებს მრავალრიცხოვანი ღრმა ხევები, რომელიც მდინარე ვერეს ხეობაში ჩაედინება. ეს უკანასკნელი კი შესასწავლი ადგილმდებარეობის ეროზიის მთავარი ბაზისია. ჰიდროგეოლოგიური კვლევების ჩასატარებლად აღებულ იქნა წყლის ორი ნიმუში – პირველი, მეწყერულ ფედოზზე გამოვლენილი წყალი, რომელიც ფერდობის გამიშვლელულ ზედაპირს მიუყვებოდა და მეორე, გრუნტის წყლის უმნიშვნელო გამონაჟონი ფერდობის ძირში. დასინჯული წყაროების ქიმიური ანალიზის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ქიმიური შედგენილობით ორივე სინჯი იდენტურია, საერთო მინერალიზაციით ( $M=1.9$  გ/ლ) მიეკუთვნება მომლაშო წყლების კატეგორიას და კლასიფიცირდება როგორც სულფატურ-ჰიდროკარბონატული კალციუმიან-ნატრიუმიანი.

გარდა წყლის სინჯებისა, გრუნტის დამლაშების ხარისხის დასადგენად, გზის გასწვრივ აღებულ იქნა გრუნტის ერთი ნიმუში. საერთო მინერალიზაციის სიდიდე გრუნტის ნიმუშის გამონაჟონში ოდნავ მომატებულია ( $M=0.3$  გ/ლ), ხოლო ქიმიური შედგენილობით ჰიდროკარბონატულ-სულფატური ნატრიუმიან-კალციუმიანია. რაც შეეხება საკვლევ მონაკვეთზე მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებებს, ფერდობების მდგრადობის ერთ-ერთი წინაპირობაა ზედაპირული ჩამონადენების რეგულირება წყალსაგდები და

წყალსაშვები არხების საშუალებით, ასევე აუცილებელია მაქსიმალურად იქნეს შენარჩუნებული მცენარეული საფარი დელუვიურ ფერდობებზე და სათანადო გაანგარიშების საფუძველზე, რაც შეიძლება ზუსტად განისაზღვროს და შეირჩეს ფერდოს სიმაღლე და დახრის კუთხე.

2. საკვლევი ობიექტში გაკახეთის ძირითადი ჰიდროგრაფიული ერთეულის – მდ. ალაზნის მარცხენა ნაპირზე მდებარეობს, დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის მთისწინეთის გასწვრივ და მოიცავს ზოლს სოფ. შაქრიანიდან (თელავის რაიონი) დაწყებული, რაიონულ ცენტრ ლაგოდეხით დამთავრებული (მდ. ლაგოდეხისწყალი, მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადი). აღნიშნული ზოლის ფარგლებში, მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადების ხეობებში, აგრეთვე წინამთიანეთის მთისძირეთში გოგირდწყალბადიანი ( $H_2S$ ) მინერალური წყაროების ბუნებრივი გამოსავლებია გავრცელებული. გარდა ამისა, ეს წყლები გახსნილია საძიებო - ჰიდროგეოლოგიური ჭაბურღილებით. ამ წყაროებს შორის განსაკუთრებით პოპულარულია „თორღვას აბანო“ და „ლაგოდეხის აბანო“. პირველი მდებარეობს მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკად მდ. სტორის ხეობის ზემოწელში, ხოლო მეორე – მდ. ლაგოდეხისწყლის ხეობაში, დასახლებიდან 7 კმ-ის დაშორებით. სამკურნალო თვისებებით არანაკლებ მნიშვნელოვანია შედარებით მცირედებიტიანი მინერალური წყაროები – „მუნის წყარო“ და „მყალი წყლები“. თეორიული და ველზე მოპოვებული ფაქტობრივი მასალების ანალიზისა და განზოგადების საფუძველზე მთიანი კახეთის გოგირდწყალბადიანი წყლები დახასიათებულია დეტალურად და შესაძლოა მათი ათვისება საკურორტო მშენებლობის მიზნით.

3. მოსახლეობის რიცხოვნობა ზრდამ, მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის განვითარებამ წარმოშვა წყალზე მოთხოვნილების სისტემური გადიდება. მიუხედავად იმისა, რომ საქართველო მდიდარია მაღალი ხარისხის სასმელი თვისებების მქონე ბუნებრივი წყლის რესურსებით, ქვეყნის მრავალ რეგიონში და, განსაკუთრებით, მის ნახევრად არიდულ და ჰუმიდურ ზონებში მოსახლეობის სუფთა სასმელი წყლით მომარაგების საკითხი საკმაოდ მწვავედ დგას. სტატია ეხება ცივ-გომბორის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე განლაგებული ქ. გურჯაანის მუნიციპალიტეტის სოფლების (ველისციხე, ზეგანი, მუკუზანი) პერსპექტიული წყალმომარაგებისათვის, მდ. ჭერემისხევის კალაპოტში ფორმირებული წყლების გამოყენების საკითხს. ამ მიზნით, 2013–2020 წლებში სავსე და სტაციონარულ პირობებში გამოვიკვლიეთ მდ. ჭერემისხევის ზედაპირული (მდინარეული) ჩამონადენისა და ალუვიურ-პროლუვიურ ნალექებში არსებული ფილტრატი წყლების ქიმიური და სანიტარიულ-მიკრობიოლოგიური მახასიათებლები. ქიმიური ანალიზების შედეგად დადგინდა, რომ წყალი ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან ტიპს განეკუთვნება და საერთო მინერალიზაცია არ აღემატება 0,5 გ/ლ-ს. მთავარი იონების სეზონური ცვლილების დინამიკის თანახმად, გამოკვლეული ყველა მაჩვენებელი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში მერყეობს. თუმცა მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგებმა ცხადყო, რომ გამოკვლეული წყალი ბინძურდება ანტროპოგენური ზეგავლენით და არ შეესაბამება სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტით დადგენილ სანიტარიულ ნორმებს.

4. ინდუსტრიის განვითარების და მოსახლეობის რაოდენობის ზრდის პირობებში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს გარემოსდაცვას და ბუნებრივი რესურსების სწორ გამოყენებას. ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებისთვის, მონიტორინგისა და მართვისთვის საჭიროა ყველა მისი კომპონენტების ეკოლოგიური, კარტოგრაფიული და სხვა ტიპის ინფორმაციის მოპოვება, გაანალიზება და საჭიროების შემთხვევაში სწორი გადაწყვეტილების მიღება. არსებობს სხვადასხვა მეთოდი ამ ამოცანის გადასაწყვეტად. სტატიაში მოყვანილია იმ მეთოდის მოკლე აღწერა, რომელიც ჩვენ გამოვიყენეთ მდ. მტკვრის ერთ-ერთი მონაკვეთის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებისთვის, კერძოდ, განსაზღვრული იქნა მძიმე მეტალების შემცველობა ზაჰესი – წითელი ხიდის მონაკვეთზე. ანტროპოლოგიური თუ ანტროპოგენური ზემოქმედების ხარისხი მდინარის წყლებზე შეფასებული იყო მათემატიკური მოდელირების თანამედროვე მეთოდების და გეოსაინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოყენებით. ინფორმაციის მათემატიკური დამუშავება შეიცავდა მათემატიკური ეკოლოგიის მთელ სპექტრს, დაწყებული მათემატიკური სტატისტიკიდან – დამთავრებული რთული

მოდელით. აგრეთვე გამოყენებული იყო გეოსაინფორმაციო პროგრამების ძირითადი ფუნქციები: ინფორმაციის ორგანიზება, დამუშავება, ანალიზი, შემოწმება, ვიზუალიზაცია და სხვა. შედეგად შეიქმნა თემატიკური რუკები, რომლებიც ასახავს მძიმე მეტალების კონცენტრაციას და აგრეთვე ცვილებების დინამიკას. შემუშავებული მეთოდი შეიძლება გამოვიყენოთ სხვადასხვა ობიექტის შეფასებისთვის, ამ მეთოდის საშუალებით მარტივად და მცირე ხარჯებით შეგვიძლია ვაწარმოთ ეკოლოგიური მონიტორინგი.

5. მათემატიკური მეთოდების გამოყენების ეფექტურობაზე, გარემოს ეკოლოგიური პროცესების ანალიზისას, სტატის ავტორები საუბრობდნენ მოცემული ჟურნალის 2018 წლის გამოცემის მე-4 ნომერში. ამჯერად, ნაშრომში ავტორები განიხილავენ და ყურადღებას ამახვილებენ მათემატიკის მნიშვნელოვან როლზე უშუალოდ ადამიანისა და გარემოს ურთიერთქმედების პროცესების განხილვისას. ცნობილა, რომ ანთროპოგენური ობიექტები (დასახლებული პუნქტები, სამრეწველო დაწესებულებები, ტრანსპორტი და სხვ.) თავიანთი ფუნქციონირების შედეგად სხვადასხვაგვარ ზემოქმედებას ახდენს როგორც გარემოზე ასევე ადამიანზე. ამ პროცესების შესასწავლად, იმისათვის, რომ მოხდეს გარემოს მდგომარეობის შეფასება და ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნება, საჭიროა ერთმანეთთან დაკავშირებული, მაგრამ სრულიად განსახვავებული პროცესების გაერთიანება. ამ პრობლემის გადაწყვეტა საკმაოდ რთულია და მოითხოვს სხვადასხვა დარგის სპეციალისტთა მოღვაწეობის შედეგების გაერთიანებას, საერთო ენის მოძებნას, რასაც კარგად ახერხებს მათემატიკა. ამგვარად, გარემოს შესწავლის პროცესში ბუნებრივად შემოვიდა მათემატიკური თეორიები და მეტიც, მათემატიკური თეორიები განუყოფელი ნაწილია სამყაროზე ჩვენი წარმოდგენების ასახსნელად და გადმოსაცემად.

## 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

#### 1) ავტორი/ავტორები

##### 1. 2. არა

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

#### 3) გამოცემისადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

#### 4) გვერდებისრაოდენობა

1.

2.

### *ვრცელიანოტაცია (ქართულენაზე)*

### 7.2. სახელმძღვანელოები

#### 1) ავტორი/ავტორები

##### 1. არა

2.

#### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

#### 3) გამოცემისადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდებისრაოდენობა

1.

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)****7.3. კრებულები**

1) ავტორები

1. ბ. მხეიძე, ა. სონდულაშვილი, ლ. ხვიჩია, ლ. ლლონტი

2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. SCIENCE, RESEARCH, DEVELOPMENT #45, ISBN: 978-83-66401-91-4

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. ვარშავა, პოლონეთი, «Diamond trading tour»

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1. 8

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. ზემო რაჭა საქართველოს ერთ-ერთი მთიანი მხარეა. იგი დიდი კავკასიონის სამხრეთ კალთის შემადგენელი ნაწილია. ზემო რაჭა მდიდარია ნახშირბადიანი მინერალური წყლების გამოვლინებებით.

ზემო რაჭის მინერალური წყლების წარმოქმნასა და გავრცელებაში დომინირებს გეოლოგიური და ჰიდროგეოქიმიური ფაქტორები. ზემორაჭის ტერიტორიის შემადგენელი იურული და ცარცული წყებები დამსხვრეულია, ფენები დანაწევრებულია დიზუნქციური დარღვევებით, ზოგჯერ ვერტიკალურად განლაგებული, ქანებით. ეს ყველაფერი ხელს უწყობს მიწისქვეშა წყლების ცირკულაციას თიხაფიქლებში, რომელიც დაურღვეველ მდგომარეობაში წყალგაუმტარია.

ზემო რაჭის მინერალური წყლების მაგალითზე გამოვლენილია შემდეგი კანონზომიერებანი: ნახშირბადოვანი სოდიანი წყლები, ძირითადად, წარმოიქმნება ქვედა და შუა იურული ასაკის ფიქლებში და, შესაბამისად, გავრცელებულია ამ შრეებში. ხოლო ქლორიდების შემცველი მინერალური წყლები წარმოიქმნება ზედა იურული - ქვედა ცარცული პერიოდის კარბონატული ფლიშის კომპლექსში და, შესაბამისად, გავრცელებულია კარბონატული ფლიშის ქანებით წარმოდგენილ მასივებში.

**7.4. სტატიები**

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1.

2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)****8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა****8.1. საქართველოში**

## 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1.

2.

## 2) მოხსენების სათაური

1.

2.

## 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1.

2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

**8. 2. უცხოეთში**

## 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. ნ. კახიძე, მ. სამხარაძე, ნ. ენდელაძე, ლ. ხვიჩია

2. მ. მარდაშოვა, თ. მიქავა

3. ნ. კაპანაძე, გ. მელიქაძე, ლ. ლლონტი

## 2) მოხსენების სათაური

1. «Клиноптилолит в процессах обезвоживания органических растворителей»

ISSN 2664-4819

2. „The prospects to use thermal waters in heat-and-power engineering“ ISBN 978-615-81297-2-5

3. “ Geothermal potential assessment of West Georgian Lowland“ ISBN 978-615-81297-2-5

## 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 1-2 აპრილი, დნიპრო, უკრაინა

2. 7-9 ივლისი, ბუდაპეშტი, უნგრეთი

3. 7-9 ივლისი, ბუდაპეშტი, უნგრეთი

**ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი**

**2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში**

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

**1. წყლის რესურსების უსაფრთხოება და ინტეგრირებული მართვა კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით. პროგრამის სამეცნიერო ხელმძღვანელი - გივი გავარდაშვილი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი**

I - ქვემიმართულება - ბუნების სტიქიური მოვლენების სენსიტიური უბნების კვლევა და მათი კარტოგრაფირება GIS- ის ტექნოლოგიების გამოყენებით;

II - ქვემიმართულება - კლიმატის ცვლილებისა და ანთროპოგენული ზემოქმედებით გამოწვეული შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს და მთის წყალსაცავიანი სისტემების ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება, ინოვაციური, ჰიდროსაიზოლაციო, ეროზიის საწინააღმდეგო, ნაპირსამაგრი ტექნოლოგიების დამუშავება;

III - ქვემიმართულება - საქართველოს წყლის რესურსების მართვის თანამედროვე ოპტიმალური მეთოდების დამუშავება ირიგაციის პირობებში;

IV - ქვემიმართულება - კოლხეთის დაბლობსა და ალაზნის დამლაშებული ნიადაგების პირობებში მელიორაციული სისტემების ინტეგრირებული მართვა;

V - ქვემიმართულება - წყლის რესურსების სტანდარტისა და ხარისხის კვლევა გარემოსდამცავი ღონისძიებების მხედველობაში მიღებით;

VI - ქვემიმართულება - ინოვაციური მეცნიერული კვლევები (კვლევები ხორციელდება ინსტიტუტის ჰიდრაგლიკურ ლაბორატორიაში და ბუნებრივ ლანდშაფტებში).

05 საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები, მათემატიკა და სტატისტიკა

0712.1.1 გარემოს ინჟინერია

0719.1.6 აგროინჟინერია

0811.2.7 სასოფლო-სამეურნეო ჰიდრომელიორაცია

0531 ქიმია

0532.1.3 გეოლოგია

0511.2.5 მიკრობიოლოგია

0532.1.1 დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები

0532.2.1 გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემების ტექნოლოგიები

0532.2.2 ჰიდროლოგია

0532.2.3 ატმოსფერული მეცნიერებები

0532.2.4 ჰიდროგეოლოგია

## 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2020-2025 წწ.

### 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. გივი გავარდაშვილი – ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, მთავარი მეცნიერი, პროფესორი; **პროექტის ხელმძღვანელი;**
2. რობერტ დიაკონიძე - გეოგრაფიის მეცნიერებათა კანდიდატი (აკადემიური დოქტორი), მთავარი მეცნიერი, პროფესორი; **I - ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
3. ირინე იორდანიშვილი – ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, მთავარი მეცნიერი; ლევან იტიაშვილი – ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი (აკადემიური დოქტორი), მთავარი მეცნიერი; **II - ქვემომართულების ხელმძღვანელები;**
4. ზურაბ ლობჯანიძე – ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, (აკადემიური დოქტორი), მთავარი მეცნიერი – **III - ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
5. შორენა კუპრეიშვილი – ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი (აკადემიური დოქტორი), მთავარი მეცნიერი, ასოცირებული პროფესორი; მარტინ ვართანოვი – ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, მთავარი მეცნიერი; **IV - ქვემომართულების ხელმძღვანელები;**
6. ეკატერინე თოფურია – ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი (აკადემიური დოქტორი), მთავარი მეცნიერი; ლევან წულუკიძე – ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი (აკადემიური დოქტორი), მთავარი მეცნიერი; **V ქვემომართულების ხელმძღვანელები;**
7. გივი გავარდაშვილი ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, მთავარი მეცნიერი, პროფესორი; ედუარდ კუხალაშვილი – ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, მთავარი მეცნიერი, პროფესორი; დავით კერესელიძე – ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი; **VI ქვემომართულების ხელმძღვანელები.**

*კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

2021 წელს ინსტიტუტის მიერ დამუშავდა და გამოკვლეულია შემდეგი სამეცნიერო-კვლევითი თემატიკა:

- ბუნებრივი კატასტროფული მოვლენების: ღვარცოფების, წყალდიდობებისა და სხვა პროგნოზული სიდიდეების საანგარიშო მეთოდის დასამუშავებლად განხორციელდა საველე-სამეცნიერო კვლევები საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებში, გამოვლინდა ეკოლოგიურად მოწყვლადი უბნები;
- განისაზღვრა მდინარეთა წყალშემკრები აუზების ფართის მორფომეტრიული პარამეტრები;
- მიღებულია ემპირიული დამოკიდებულებები, რაც გამოიყენება მთიანი და მთისწინა რეგიონების მდინარეთა წყალშემკრებ აუზებში ღვარცოფული ხარჯების საანგარიშოდ;
- კლიმატური, ჰიდროგეოლოგიური, ნიადაგური პირობების დასადგენად განხორციელდა თეორიული, საველე-საექსპედიციო, ლაბორატორიული კვლევები ზუდიდის მუნიციპალიტეტში შემავალი 17 თემისათვის (აბასთუმანი, ანაკლია, ახალსოფელი, დიდი ნები, ერგეტა, ინგირი, კოკი, კორცხელი, ნარაზენი, ოდიში, ორულუ, ოქტომბერი, რუხი, ჩხორია, ცაიში, ჭაქვინჯი, ჯიხაშკარი) შედგენილია ნიადაგურ-მელიორაციული მიწების ციფრული რუკები, რომლის შედგენას საფუძვლად დაედო ბუნებრივი დრენირების დონე, რის მიხედვითაც გამოყოფილ იქნა 1 – ზღვისპირა მიწები; 2 – ჭაობისა და დაჭაობებული მიწები; 3 – უწრეტი მიწები; 4–სუსტად წრეტადი მიწები; 5 – არასაკმარისად წრეტადი მიწები.
- ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში ჰიდრალიკურ დარში ტურბულენტური ღვარცოფის გავლის შემთხვევაში გამოცადა ტრამპლინის ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობა (საქართველოს პატენტი P 20207068 B) და დადგენილია ნაგებობის მუშაობის ეფექტურობის მაჩვენებლები შესაბამისი საიმედოობისა და რისკ-ფაქტორების მხედველობაში მიღებით. ღვარცოფსარეგულაციო ნაგებობის კონსტრუქციული ელემენტების შერჩევის დროს გამოიყენება სრულიად ახალი მიდგომები და გაანგარიშების მეთოდოლოგია;
- საქართველოს მთის ლანდშაფტებში ეროზიული პროცესების რეგულირების მიზნით ინსტიტუტის ლაბორატორიასა და გორის საცდელ-სამეცნიერო ეკოლოგიური ექსპერიმენტული სადგურის ტერიტორიაზე განხორციელდა სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები ბიო-საინჟინრო მიმართულებით. ამ მიზნით საექსპერიმენტო საცდელ მცენარედ შერჩეულ იქნა პამპასების ბალახი (Pampas grass), რომელზეც განხორციელდა ლაბორატორიული და საველე-სამეცნიერო კვლევები.
- საველე-სამეცნიერო და თეორიული კვლევების გათვალისწინებით ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარის შემთხვევაში, ნგრევის ხარისხის 1,0 კოეფიციენტის დროს, დამუშავებულია რისკის შემცირებისა და მდგრადობის მართვის სტრატეგია;
- შემოთავაზებულია მეთოდოლოგია, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წყლით დატბორილი ტერიტორიების მოწყვლადი უბნების შეფასება, რომლის შედეგებიც გლობალური პოზიციონირებისა (GPS) და გეოგრაფიული საინფორმაციო (GIS) სისტემების პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით დატანილია ციფრულ რუკაზე;
- დადგინდა, რომ წყალდიდობით მოწყვლად უბნებზე მცხოვრები მოსახლეობის რაოდენობა, პირველი მიახლოებით შეადგენს 45848 ადამიანს, ხოლო დატბორილ ტერიტორიებზე განთავსებული შენობა-ნაგებობების რაოდენობა კი - 15880 ერთეულს.



- თეორიული კვლევებისა და საგრანტო პროექტის მეცნიერ-კონსულტანტის, მერილენდის უნივერსიტეტის პროფესორ ბილალ აიუბის (აშშ) თეორიის გამოყენებით დამუშავებულია მეთოდოლოგია მოწყვლად უბნებზე რისკების შემცირებისა და მდგრადი სტრატეგიის შექმნისათვის;
- განხილულია მდგრადობის ანალიზი და მისი შეფასების მეთოდები, მონოტონური ღონისძიებები და მდგრადობის პირობები, წარმოდგენილია მდგრადობის გაზომვის მეთოდები, რისკების მართვის მეთოდოლოგია და მისი ანალიზი;
- დამუშავებულია ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის ინოვაციური კონსტრუქციის (საქართველოს პატენტი P 20207068 B) დაპროექტების მეთოდოლოგია, რომლის საშუალებით განხორციელებულია პროექტი და მიმდინარეობს ამჟამად მცხეთის მუნიციპალიტეტის მერიასთან მოლაპარაკება, რათა ზემოთ აღნიშნული ინოვაციური ნაგებობის კონსტრუქცია მოეწყოს მდ. სამონასტრო ხევში შიომღვიმის სამონასტრო კომპლექსის ღვარცოფებისაგან დასაცავად.
- საგრანტო პროექტის ფარგლებში მომზადებულია 4 სადოქტორო დისერტაცია, რომელთა წინასწარი დაცვა დაგეგმილია 2021 წლის 22-23 დეკემბერს.
- პროგრამის სამეცნიერო ხელმძღვანელი - ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი, 2021 წლის 2-22 დეკემბერს მივლინებით იმყოფებოდა პოლონეთში ოლშტენის უნივერსიტეტში, როგორც მიწვეული პროფესორი და მან ლექციები წაიკითხა გეოინჟინერინგის ფაკულტეტის მაგისტრანტებისა და დოქტორანტების ჯგუფებში, საერთო მოცულობით 60 სთ.

## **2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები**

### **2.1.**

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ბუნებრივი სტიქიებისაგან საქართველოს ავტომაგისტრალის, რკინიგზების და დასახლებული პუნქტების გარემოსდაცვითი საინჟინრო ღონისძიებების დამუშავება და სენსიტიური უბნების ელექტრონული რუკების შედგენა GIS-ის ტექნოლოგიების გამოყენებით და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების დამუშავება;

05 საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები, მათემატიკა და სტატისტიკა,

0712.1.1 გარემოს ინჟინერია;

0532.1.3 გეოლოგია;

0532.1.1 დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები;

0532.2.1 გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემების ტექნოლოგიები;

0532.2.2 ჰიდროლოგია;

0532.2.3 ატმოსფერული მეცნიერებები;

0532.2.4 ჰიდროგეოლოგია;

2. კლიმატის ცვლილებებისა და ანთროპოგენური ზემოქმედებით გამოწვეული შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროსა და მთის წყალსაცავიანი სისტემების ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება, ინოვაციური ჰიდროსაიზოლაციო ეროზიისსაწინააღმდეგო ნაპირსამაგრი ტექნოლოგიების დამუშავება;

2.1. საქართველოს წყლის რესურსების, ბუნებრივი კატასტროფების მართვის პრინციპები და ინოვაციური ნაპირსამაგრი ეროზიის საწინააღმდეგო და ჰიდროსაიზოლაციო ტექნოლოგიების დამუშავება

05 საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები, მათემატიკა და სტატისტიკა

0532.1.1. დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები.

3. საქართველოს წყლის რესურსების მართვის თანამედროვე ოპტიმალური მეთოდების დამუშავება ირიგაციის პირობებში

081 - სოფლის მეურნეობა;

071 - ინჟინერია და საინჟინრო საქმე;

0719.1.6 - აგროინჟინერია;

4. კოლხეთის დაბლობის - ზუგდიდის რაიონში განლაგებული დამშრობი სისტემების ექსპლუატაციის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის ამაღლების ღონისძიებების დამუშავება, ზუგდიდის რაიონის ნიადაგების ქიმიური მელიორაცია

2.4. აგრარული მეცნიერებანი

2.4.5. სხვა აგრარული მეცნიერებანი

5. ალაზნის ველის დამლაშებულ-მელიორირებულ მიწებზე არსებული კოლექტორების წყლისა და ამავე ტერიტორიაზე არსებული ნიადაგების წყლით გამონაწურის მინერალიზაციის ლაბორატორიული კვლევა

2.4 - აგრარული მეცნიერებანი

081 - სოფლის მეურნეობა

6. ინოვაციური მეცნიერული კვლევები (კვლევები ხორციელდება ინსტიტუტის ჰიდრაულიკურ ლაბორატორიაში და ბუნებრივ ლანდშაფტებში).

071 - ინჟინერია და საინჟინრო საქმე;

0719.1.6 - აგროინჟინერია;

081 - სოფლის მეურნეობა;

## 2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2020-2025 წწ.

### 3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.1. რობერტ დიაკონიძე - გეოგრ. აკად. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი, ასოც. პროფესორი - **I ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
  - 1.2. თემურ ბუტულაშვილი - უფრ. მეცნ-თანამშრ., გეოლ-მინერ. აკად დოქტორი, შემსრულებელი;
  - 1.3. ირმა ქუფარაშვილი - მეცნ-თანამშრ., ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი;
  - 1.4. ქეთევან დადიანი - მეცნ-თანამშრ., სტუ-ს დოქტორანტი, შემსრულებელი;
  - 1.5. ნინო ნიბლაძე - მეცნ-თანამშრ., შემსრულებელი;
  - 1.6. მეგი გლუნჩაძე - ინჟინერი, შემსრულებელი;
  - 1.7. ბელა დიაკონიძე - ინჟინერი, შემსრულებელი;
  - 1.8. ჯუმბერ ფანჩულიძე - მთავარი მეცნ-თანამშრ., შემსრულებელი.
- 
- 2.1. ირინა იორდანიშვილი - მთავარი მეცნიერი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი - **II ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
  - 2.2. ლევან იტრიაშვილი - მთავარი მეცნიერი, ტექნ. აკად. დოქტორი - **II ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
  - 2.3. ედუარდ კუხალაშვილი - მთავარი მეცნიერი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, შემსრულებელი;
  - 2.4. გიორგი ნატროშვილი - უფრ. მეცნ-თანამშრ., ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი;
  - 2.5. კონსტანტინე იორდანიშვილი - მეცნ-თანამშრ., ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი;
  - 2.6. ელენე ხოსროშვილი - მეცნ-თანამშრ., შემსრულებელი;
  - 2.7. დავით ფოცხვერია - მეცნ-თანამშრ., შემსრულებელი;
  - 2.8. ლალი ბილანიშვილი - ინჟინერი, დოქტორანტი, შემსრულებელი.
- 
- 3.1. ზურაბ ლობჯანიძე - მთავარი მეცნიერი, ტექნ. აკად. დოქტორი - **III ქვემომართულების ხელმძღვანელი**
  - 3.2. დავით გუბელაძე - უფრ. მეცნ-თანამშრ., ტექნ. მეცნ. დოქტორი, შემსრულებელი;
  - 3.3. თამაზ ოდილავაძე - უფრ. მეცნ-თანამშრ., ტექნ. მეცნ. დოქტორი, შემსრულებელი;
  - 3.4. მარინა მაჭარაშვილი - უფრ. მეცნ-თანამშრ., ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი;
  - 3.5. ხათუნა კიკნაძე - მეცნ-თანამშრ., სტუ-ს დოქტორანტი, შემსრულებელი;
  - 3.6. ლენა კეკელიშვილი - მეცნ-თანამშრ., შემსრულებელი;
  - 3.7. სოფო მოდებაძე - ინჟინერი, სტუ-ს დოქტორანტი, შემსრულებელი.
- 
- 4.1. შორენა კუპრეიშვილი - მთავარი მეცნიერი, ასოც. პროფესორი, ტექნ. აკად. დოქტორი - **IV ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**

- 4.2. მარტინ ვართანოვი - მთავარი მეცნიერი, ეკონ. მეცნ. დოქტორი – **IV ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
- 4.3. მარინე შავლაყაძე – მეცნიერი თანამშრომელი – **IV ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
- 4.4. პაატა სიჭინავა - აგროინჟინერიის აკად. დოქტორი, მეცნ.- თანამშრომელი, შემსრულებელი;
- 4.5. ირაკლი კვიციანი – მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი;
- 4.6. მაია კიკაბიძე – აგროინჟინერიის აკადემიური დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი;
- 4.7. კონსტანტინე იორდანიშვილი - ტექნიკის აკადემიური დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი;
- 4.8. ჯემალ კახაძე - უფროსი სპეციალისტი, შემსრულებელი;
- 4.9. ფერიდე ლორთქიფანიძე – უფროსი სპეციალისტი, სტუ-ს დოქტორანტი, შემსრულებელი;
- 4.10. გიორგი კაკაშვილი – მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი;
- 4.11. კონსტანტინე ბზიავა – მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი;
- 5.1. ეკატერინე თოფურია - ქიმიის აკად. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ასოც. პროფ. - **V ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
- 5.2. ლევან წულუკიძე - ტექნ. აკად. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი - **V ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
- 5.3. თამრიკო სუპატაშვილი - აგროინჟინერიის აკად. დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი, ასოც. პროფ.- **V ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
- 5.4. ნუგზარ კვაშილავა - ტექნ. აკად. დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი;
- 5.5. დავით კერესელიძე - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, პროფესორი, შემსრულებელი;
- 5.6. ირინა ხუბულავა - აგროინჟინერიის აკად. დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი, შემსრულებელი;
- 5.7. ლიკა მასიაია - მეცნიერი თანამშრომელი, სტუ-ს დოქტორანტი, შემსრულებელი.
- 6.1. გივი გავარდაშვილი - ინსტიტუტის პროგრამული თემის სამეცნიერო ხელმძღვანელი, მთავარი მეცნიერი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი - **VI ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
- 6.2. ედუარდ კუხალაშვილი - მთავარი მეცნიერი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი - **VI ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
- 6.3. დავით კერესელიძე - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი - **VI ქვემომართულების ხელმძღვანელი;**
- 6.4. ინგა ირემაშვილი - ტექნ. აკად. დოქტორი, სტუ-ს ასოცირებული პროფესორი, ძირითადი შემსრულებელი;
- 6.5. სოფიო მოდეზაძე - სტუ-ს დოქტორანტი, შემსრულებელი.

## გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. ბუნებრივი კატასტროფული მოვლენების: ღვარცოფების, წყალდიდობებისა და სხვა პროგნოზული სიდიდეების საანგარიშო მეთოდის დასამუშავებლად განხორციელდა სავსე-სამეცნიერო კვლევები საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებში:

გამოვლინდა ეკოლოგიურად მოწყვლადი უბნები:

- ა) ქ. თელავი - მდინარე თელავის ხევის აუზი,
- ბ) ქ. ონი - მდინარე რიონის შენაკადის მდინარე ჩვეშურას აუზი (სოფ. ღები),
- გ) ქ. ყვარელი - მდინარე დურუჯის აუზი,
- დ) სოფელი მლეთა - მდინარე მლეთის ხევი,
- ე) ქ. შუახევი - მდინარე ტბეთისწყლის აუზი,

ვ) შესწავლილია საერთაშორისო საავტომობილო მაგისტრალის თბილისი-გორი-ხაშურის მონაკვეთი, სადაც ხაშურის მონაკვეთზე გამოვლენილია მეწყრული პროცესები.

სავსე საექსპედიციო კვლევები სამუშაო გეგმის შესაბამისად სრულად ვერ განხორციელდა კოვიდ ვითარების გამო. აქედან გამომდინარე, ყურადღება გადავიტანეთ თეორიულ კვლევებზე და წყალდიდობებისა და ღვარცოფული მოვლენების პროგნოზული სიდიდეების მეთოდის დამუშავებაში მივაღწიეთ გარკვეულ შედეგებს. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ქვემოთ.

ვინაიდან, მთის მდინარეების აუზში ღვარცოფწარმოქმნელი კერები ძირითადად განვითარებულია ციცაბო ფერდობებზე, რომლებზეც განვითარებულია ძლიერი ეროზიული პროცესები და მათი ზედაპირი დაფარულია ეროზიული ღრანტეებით (ღარებით), ქანების დაშლის პროცესების შედეგად ამ ღრანტებში ხდება ეროზიული ნატანის დაგროვება და წყლით გაჯერების შემდეგ, გრავიტაციული ძალების ზემოქმედებით ხდება მათი დაძვრა. დაძვრულ ნაკადს გააჩნია დიდი სიჩქარე და ენერჯია. ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების ეფექტიანობისა და საიმედოობის გაზრდის მიზნით, ასეთი ნაგებობების დაპროექტება და მშენებლობა უნდა განხორციელდეს ლოკალურად, უშუალოდ მცირე მდინარეებზე ან მათ შენაკადებზე.

აქედან გამომდინარე, აღნიშნული მცირე მდინარეების წყალშემკრები აუზებისათვის საანგარიშო უზრუნველყოფის ჰიდროლოგიურ სიდიდეთა დადგენის მაქსიმალური ეფექტი და პროგნოზების საიმედოება მიღწევადია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰიდროლოგიური გაანგარიშებები წყალმომარაგების მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშოდ, ჩატარდება უშუალოდ მოვლენის ფორმირების ადგილზე - სავსე ჰიდროკვეთისათვის, რაც ჰიდროლოგიური დაკვირვებების მხოლოდ გრძელი რიგის არსებობის შემთხვევაშია შესაძლოებული და რაც მთის მცირე მდინარეებსა და შენაკადებზე, ფაქტიურად, არ არსებობს.

საანგარიშო უზრუნველყოფის წყალმომარაგების საიმედო პროგნოზირებისათვის, შემოთავაზებული მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს კლასიკური, ემპირიული ფორმულების მოდელი, რომელიც ჩვენ მიერ მოდიფიცირებულია რეგიონალური ჩამონადენისწარმოქმნელი ძირითადი ფაქტორების განსაზღვრის მეთოდების შემუშავება - დაზუსტებისა და ანალიზის საფუძველზე; რაც საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ წყლის მაქსიმალური ხარჯის გაანგარიშების სიზუსტე და პროგნოზირების საიმედოება.

ჩვენ მიერ შემოთავაზებული ფორმულის საერთო სახე იგივეა, რაც კლასიკური მოცულობითი (გენეტიკური) ფორმულის მოდელის ადაპტირება. თავისთავად, გადატანილია მასში შემავალი პარამეტრების საანგარიშო სიდიდეთა დადგენის სიზუსტეზე. მათი დადგენისათვის კი, შემუშავებული იქნა ემპირიული საანგარიშო დამოკიდებულებანი, ჩამონადენზე მოქმედ ადგილობრივ ფაქტორთა მრავალრიცხოვანი მასალების დამუშავების, გაანალიზებისა და შეფასების საფუძველზე.

ცნობილია რომ, ნალექები არათანაბრადაა განაწილებული დროსა და ფართობზე, რაც კიდევ უფრო ართულებს წყალშემკრები აუზის ინდივიდუალურ ბუნებრივ პირობებს. როგორც ცნობილია წყალდიდობის ფორმირებაში არ მონაწილეობს მოსული ატმოსფერული ნალექების მთლიანი რაოდენობა, მისი რაღაც ნაწილი დანაკარგების სახით მიდის აორთქლებაზე, ინფილტრაციაზე, წყალშემკრები აუზის მიკრორელიეფის ამოვსებასა და ა.შ. აქედან გამომდინარე, ეფექტური ნალექების განსაზღვრა, რომელიც ჩამონადენს ქმნის, უფრო საფუძვლიანია მოხდეს ნალექებისა და ინფილტრაციის ინტენსივობათა სხვაობით. მაგრამ, ინფილტრაციის მრუდის მიხედვით ეფექტური ნალექების პრაქტიკულად განსაზღვრის სირთულემ, განსაკუთრებულად ნაკლებად შესწავლილი აუზებისათვის, ის შედეგი მოგვცა, რომ ძირითადად მისი განსაზღვრა ხდება ჩამონადენის კოეფიციენტის სახით. სხვა კონკრეტულ შემთხვევებში მოცემული გამოსახულებების კორექტირება უნდა მოხდეს საკვლევი აუზისათვის უახლესი ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვების მასალების მოპოვების შემდგომ, ფორმულაში შემავალი კოეფიციენტებისა და ხარისხის მაჩვენებლების მნიშვნელობათა დაზუსტების მიზნით.

შემოთავაზებული მეთოდიკის შესაბამისად, შესაძლებელია ვიანგარიშოთ და გავაკეთოთ გაზრდილი საიმედოობის პროგნოზი - მოსალოდნელი საანგარიშო უზრუნველყოფის წყლის ხარჯებზე, დაკვირვებების მონაცემების არმქონე, მთის პატარა მდინარეებისა და შენაკადების ჰიდროკვეთებისათვის - ნაკადის სიჩქარეების, წყალშემკრები აუზის ფართის, საანგარიშო უზრუნველყოფის ნალექების, ჩამონადენის კოეფიციენტის მნიშვნელობათა დადგენისა და მოცემულ ფორმულაში ამ მნიშვნელობათა შეტანის შედეგად.

განსახორციელებელი სამუშაოს და მიღებული შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ აუზის პოტენციური სიმძლავრე ფიზიკურად იმდენად კარგად გამოსახავს ღვარცოფული ნაკადის ხარჯის ფორმირების სტრუქტურას, რომ, ჩვენი აზრით, შესაძლებელია მიღებული სახის დამოკიდებულებები გამოყენებულ იქნეს სტრუქტურული ღვარცოფების ნაკადების ხარჯების საანგარიშოდაც. ეს ვარაუდი განამტკიცა ჩვენმა ექსპერიმენტმა (დევდორაკის მაგალითზე), როცა სტრუქტურული ღვარცოფის შემთხვევაში ჩვენ მიერ მიღებული დამოკიდებულებების გამოყენებით ხარჯების გამოთვლისას დამაკმაყოფილებელი შედეგი მივიღეთ. საქმე იმაში მდგომარეობს, რომ, მართლია, რიგ შემთხვევაში ღვარცოფული მასის დაძვრა შეიძლება გამოიწვიოს სხვა მექანიკურმა ან ბუნებრივმა ძალებმა როგორებიცაა: მიწისძვრა, მეწყერი, აფეთქება, ჩახერგვის შედეგად წარმოშობილი ტბების, ან თუნდაც წყალსაცავების მოულოდნელი გაგლეჯა და ა.შ., მაგრამ, აუცილებელია აღინიშნოს ისიც, რომ ღვარცოფული მასის შემდგომი ტრანსპორტირებისათვის მას აუცილებლად სჭირდება რაღაც ძალა, რომელიც განაპირობებს მის მოძრაობას. ჩვენი აზრით, ასეთ ძალას სწორედ წყალშემკრები აუზის პოტენციური სიმძლავრე წარმოადგენს.

მიღებული ემპირიული დამოკიდებულებები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს მთიანი და მთისწინა რეგიონების მდინარეთა წყალშემკრებ აუზებში ღვარცოფული ხარჯების საანგარიშოდ.

**2. დამუშავებული და გამოცემულია მონოგრაფია „ჰიდროსაინჟინრო ტერმინოლოგიის განმარტებითი ცნობარი“;**

დამუშავებულია მონოგრაფიის „მთის და მთისწინეთის წყალსაცავების საინჟინრო-ეკოლოგიური პრობლემების თავისებურებანი“ პირველი რედაქცია;

შემოთავაზებულია წყალსაცავების დაცლის ან შევსების დროის ანგარიში მდინარიდან ჩამოდინებული და ღიობიდან გადინებული წყლის მუდმივი ხარჯების დროს. მოყვანილია სიონის წყალსაცავის სრული დაცლის პერიოდის გაანგარიშება;

დამუშავებულია ჟინვალის წყალსაცავის წყლის ხარისხის სავსე კვლევის შედეგები;

დამუშავებულია ქართული ბენტონიტიდან (ასკანგელი) ახალი ეკოლოგიურად სუფთა პოლიმინერალური კომპოზიტის კაველასტის მიღების ფიზიკა-ქიმიური მექანიზმი და ტექნოლოგია.

ლაბორატორიულ პირობებში დამზადებულია კომპოზიტის ექსპერიმენტული პარტია.

კაველასტის ძირითადი კომპონენტია საქართველოს ბენტონიტური თიხა - ასკანგელი.

სასაქონლო სახე: რუხი ფერის სხვადასხვა დისპერსულობის ფხვნილი;

შემოთავაზებული და გაანგარიშებულია ახალი ღვარცოფსაწინააღმდეგო გამჭოლი ნაგებობები-ნახევრადკონუსური, ნახევრად ცილინდრული, პირამიდალური, გარსდენის პრინციპზე აგებული კონსტრუქციული ნაგებობა და ელასტიკური ბარაჟი. მოცემულია ყველა კონსტრუქციების განლაგების და საანგარიშო სქემები.

**3. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპობრივი შედეგი საფუძვლად დაედება სარწყავი სისტემების პროექტირებას და წყალმოთხოვნილების გეგმის შედგენას. ეს კი თავის მხრივ უზრუნველყოფს მცენარისათვის ნიადაგში წყლის, აერაციის, სითბური ოპტიმალური რეჟიმის შექმნას და ნაყოფიერების ამაღლებას. აღმოსავლეთ საქართველოს ზონების, ქვეზონებისა და მუნიციპალიტეტებისათვის მომზადდა ფერმერებისათვის შესაბამისი პრაქტიკული რეკომენდაციები. აღმოსავლეთ საქართველოს მუნიციპალიტეტების მიხედვით ასევე შემუშავდა სარწყავი წყლის ეფექტიანად მართვისა და რაციონალურად გამოყენების თანამედროვე მეთოდოლოგიის შესაბამისი რეკომენდაციები; კერძოდ: აღმოსავლეთ საქართველოს ზონების, ქვეზონებისა და მუნიციპალიტეტებისათვის ნიადაგის ჰიდრო-ფიზიკური თვისებების, მექანიკური შედგენილობის, მათში წყლის კაპილარული აწევის სიმაღლის მნიშვნელობების, რწყვის რეჟიმის, წესებისა და ტექნიკის გათვალისწინებით კორექტირებულ იქნა რეგიონში დარაიონებული სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის ცალკეული რწყვის პერიოდები (კონკრეტული თვეების და დღეების მითითებით), ასევე რწყვის ნორმები (რწყვის ნორმა თესვისთანავე რწყვისათვის და სავეგეტაციო პერიოდისათვის);**

კვლევაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა რწყვის რეჟიმი შემუშავებულია ნალექების 95%-ით უზრუნველყოფილი წლისათვის. რწყვის ნორმა განისაზღვრა ნიადაგის 0,5 მ ფენაში მოთხოვნილებით, ხოლო რწყვის ვადა 0,35 მ ნიადაგის ფენაში არსებული წყლის მარაგის მიხედვით,

რომელიც ზონაში გავრცელებულ თითქმის ყველა ტიპის ნიადაგებში 70%-ზე დაბლა არ უნდა დავიდეს.

კვლევის მეთოდოლოგია შემუშავდა ისე, რომ აღმოსავლეთ საქართველო დაყვავით რამოდენიმე ზონად და სპეციფიკის გათვალისწინებით თითოეული ზონიდან გამოვყავით ქვეზონები:

I ზონა - ალაზნის ვაკის მევენახეობის ზონა (გავრცელებული კულტურები - ვენახი, ბაღი, სიმინდი, თავთავიანი კულტურები, მრავალწლიანი და ერთწლიანი ბალახები, ჭარხალი, მზესუმზირა, სამარცვლე პარკოსნები, კარტოფილი);

1. ქვეზონა - ალაზნის მარცხენა ნაპირი: ლაგოდეხი ყვარელი, ნაფარეული.
2. ქვეზონა - პანკისის ხეობა სოფელ მატაანამდე;
3. ქვეზონა - ახმეტა, თელავი;
4. ქვეზონა - გურჯაანი.

II ზონა - კახეთის ზეგანის მარცვლეულ-მეცხოველეობის ზონა (გავრცელებული კულტურები - ვენახი, ბაღი, სიმინდი, თავთავიანი კულტურები, მრავალწლიანი და ერთწლიანი ბალახები, მზესუმზირა, სამარცვლე პარკოსნები, კარტოფილი);

1. ქვეზონა - ალაზნის ველის აღმოსავლეთი ნაწილი, შირაქი;
2. ქვეზონა - საგარეჯო, დედოფლისწყარო, გურჯაანისა და სიღნაღის რაიონების უკანა მხარე;

III ზონა - ქვემო ქართლის ბარის ზონა (გავრცელებული კულტურები - ვენახი, ბაღი, ჭარხალი, სიმინდი, თავთავიანი კულტურები, მრავალწლიანი და ერთწლიანი ბალახები, მზესუმზირა, სამარცვლე პარკოსნები, კარტოფილი).

1. ქვეზონა - გარდაბანი, მარნეული, ბოლნისი, თეთრიწყაროს დაბლობი რაიონები.

კვლევის შედეგად მიღებული რეკომენდაციები, რომლებიც ჩამოყალიბებულია კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული ფაქტორების გათვალისწინებით, საფუძვლად უნდა დაედოს სარწყავი სისტემების პროექტირებას, წყალმოთხოვნილების გრაფიკებისა და გეგმების შედგენას.

ზემოთ აღნიშნული საკითხების კვლევა გრძელდება 2022 წლის მანძილზე.

4. დაშრობითი მელიორაციის მთავარ ობიექტს საქართველოში წარმოადგენს კოლხეთის დაბლობი, რომლის ჭარბტენიანი მიწების ფართობი შეადგენს 225 ათას ჰა-ს. ჭაობების ეკოსისტემის შენარჩუნებასთან ერთად (მაგ. კოლხეთის ეროვნული პარკი, ფართობით 561 ჰა) კოლხეთის დაბლობის დაჭაობებული მიწების ათვისება დაიწყო XX საუკუნის 30-იან წლებში. ჭარბტენიანი მიწების დაშრობით შესაძლებელია მთელი რიგი საკითხების გადაწყვეტა, რომელთა შორის აღსანიშნავია სოფლის მეურნეობა, მეცხოველეობის საკვებწარმოების მძლავრი ბაზის შექმნა, მემინდვრეობა და სუბტროპიკული მეხილეობა, ტურისტული და რეკრეაციული ზონების გაფართოება.

ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ზუგდიდის მუნიციპალიტეტი, რომელიც მდებარეობს დასავლეთ საქართველოს ცენტრალურ ნაწილში (ფართობი – 692 კვ.კმ).

კლიმატური, ჰიდროგეოლოგიური, ნიადაგური პირობების დასადგენად განხორციელდა თეორიული, საველე–საექსპედიციო, ლაბორატორიული კვლევები. მიღებული მონაცემების



საფუძველზე ზუდიდის მუნიციპალიტეტში შემავალი 17 თემისათვის (აბასთუმანი, ანაკლია, ახალსოფელი, დიდი ნემი, ერგეტა, ინგირი, კოკი, კორცხელი, ნარაზენი, ოდიში, ორულუ, ოქტომბერი, რუხი, ჩხორია, ცაიში, ჭაქვინჯი, ჯიხაშკარი) შედგენილია ნიადაგურ-მელიორაციული მიწების ციფრული რუკები.

ნიადაგურ-მელიორაციული მიწების ციფრული რუკების შედგენას საფუძველად დაედო ბუნებრივი დრენირების დონე, რომლის მიხედვითაც გამოყოფილი იქნა 1 – ზღვისპირა მიწები; 2 – ჭაობისა და დაჭაობებული მიწები; 3 – უწრეტი მიწები; 4–სუსტად წრეტადი მიწები; 5 – არასაკმარისად წრეტადი მიწები.

**ა) ზღვისპირა** ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია მდელოს-კორდიანი ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგებით. დაჭაობება გამოწვეულია რელიეფური პირობებით, ატმოსფერული ნალექებითა და გრუნტის წყლებით. აქ გავრცელებული ნიადაგები მსუბუქი მექანიკური შედგენილობისა და მაღალი ფილტრაციული უნარის გამო ნიადაგისა და გრუნტის წყლები შეერთებულია და წიაღისეული წარმოდგენილია ნიადაგ-გრუნტის წყლის სახით. ამ წყლების დონე მკვეთრად იცვლება ამინდის პირობებისაგან დამოკიდებულებით და საშუალოდ დგას 0,5 მეტრზე მიწის ზედაპირიდან;.

**რეკომენდაცია:** ამ სახის მიწების მელიორაციისათვის საჭიროა ღია არხთა ქსელის მელიორაციისათვის საჭირო ღია არხთა ქსელი, ცალკეული უბნების რეფულირება და წყლის მექანიკური გადატუმბვა წყალმიმღებში. ამასთან ერთად, აუცილებელია აგრომელიორაციული ღონისძიებები: მიწის ზედაპირის მოშანდაკება ბუნებრივი ქანობის მიხედვით ზედაპირული წრეტის გასაძლიერებლად და თუნის დახურული დრენაჟი.

**ბ) ჭაობების მიწები** – ხასიათდება დაბალი ჰიფსომეტრიული დონით, უწრეტი ქანობითა და გრუნტის წყლების სტაბილურად მაღალი დონეებით. დაჭაობების წყლოვანი წყაროებია ატმოსფერული ნალექები, ალუვიური და გრუნტის წყლები.

**რეკომენდაცია:** ჭაობის მიწების სასოფლო-სამეურნეო ათვისებისათვის, ჭაობებისა და დაჭაობებული მიწების კოლმატირებისა და რეფულირების შემდეგ აუცილებელია წყალშემკრებ – დამშრობი ქსელის მოწყობა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგრობიოლოგიური მოთხოვნების შესაბამისად აგრომელიორაციული ღონისძიებების გამოყენება: მრავალწლოვანი კულტურებისათვის – კვალი 10-12 მ სიგანის ან კვლისა და დახურული მატერიალური დრენაჟის შეთანწყობა; ერთწლოვანი კულტურებისათვის - ფართო 25-50 მ სიგანის კვლები ან მიწის ზედაპირის მოშანდაკება და მასზე ორნატების, სოროდრენების ან სადრენაჟო ნაპრალების მოწყობა.

**გ) უწრეტი მიწები** – ხასიათდება დაბალი ჰიფსომეტრიული მდებარეობით, უმნიშვნელო ქანობით, მიწის ზედაპირის დიდი ხორკლიანობითა და უაღრესად მძიმე ნიადაგური პირობებით. ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია ჭაობის ლამიანი, ეწერ-ლების და ჭაობის-ალუვიური თიხა ნიადაგებით.

**რეკომენდაცია:** მელიორაციისათვის აუცილებელია მდინარეების შემოღობვა, მთისძირა არხები, დამშრობი-კოლექტიური ქსელი და ზედაპირული, შიგანიადაგური წრეტის პრინციპზე მოქმედი აგრომელიორაციული ღონისძიებები.

**დ) სუსტად წრეტადი** მიწების ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია მძიმე მექანიკური შედგენილობის, უსტრუქტურო, სხვადასხვა ინტენსივობით დაჭაობებული ნიადაგებით;

განსაკუთრებით დიდი გავრცელება აქვს ელუვიურ-ჰიდრომორფული რიგის ნიადაგებს: მდელოს-ალუვიურ გალებებულ, მდელოს-კორდიან გალებებულ, ეწერ-ლების უპირატესად თიხა და თიხნარ ნიადაგებს. ამ ნიადაგების დაჭაობება გამოწვეულია ატმოსფერული ნალექებით, ალუვიური და დელუვიური წყლებით, მიწის ზედაპირის ხორკლიანობითა და გაძნელებული ზედაპირული წრეტით, აგრეთვე მძიმე ნიადაგური პირობებით: წყლოვანი და ფიზიკური თვისებებით.

**რეკომენდაცია:** მსხვილი მდინარეების შემოდამბვა, საერთო კალაპოტური სისტემის მოწყობა დამატებით აგრომელიორაციულ ღონისძიებებთან ერთად. მრავალწლოვანი კულტურებისათვის რეკომენდებულია მიწის ზედაპირის პროფილირება – კვალი 10-25 მ სიგანის დახურულ ტრანშეულ დრენაჟთან შეთანწყობით, ხოლო ერთწლოვანი კულტურებისათვის – ფართო კვლები 25-50 მ სიგანის, ან არხთაშორისი ტერიტორიის მოშანდაკება მასზე ორნატების, სოროდრენების სადრენაჟო ნაპრალების მოწყობით.

ე) **არასაკმარისად წრეტადი** ნიადაგურ-მელიორაციული მიწების ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია დაუჭაობებელი და სუსტად დაჭაობებული ნიადაგებით - თითქმის გაულებებელი მდელოს-კორდიანი, მდელოს-ალუვიური, ნეშომძალაკარბონატული, ეწერი და ეწერ-ლებიანი, უპირატესად თიხა და თიხნარი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებით, ალაგ-ალაგ დაჭაობების გამოვლინება აიხსნება უწრეტი, დახშული მიკრორელიეფით, ნიადაგების ცუდი ფიზიკური და წყლოვანი თვისებებით. ნიადაგები პერიოდულად გადატენიანებულ მდგომარეობაშია. ტენის წყაროა ატმოსფერული ნალექები, აგრეთვე ალუვიური და დელუვიური წყლები.

**რეკომენდაცია:** ჰიდრომელიორაციული ღონისძიება შეიძლება იყოს მდინარეების ორმხრივი შემოდამბვა, მთისძირა არხები და დამშრობ-კოლექტორური ქსელი. მაგრამ ამ მიწების ათვისებისთვის აუცილებელია ჰიდროტექნიკური მელიორაციის ფონზე შიგათარგული აგრომელიორაციული ღონისძიებები გასაშენებელი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგრობილოგიური თავისებურებების გათვალისწინებით. ამ მხრივ საერთო მელიორაციულ ღონისძიებად ითვლება ნიადაგის მკვრივი ილუვიური ჰორიზონტის დესტრუქცია და დესტრუქციის ხაზით წყლის წრეტა ღია არხში. ამ ფონზე მრავალწლოვანი კულტურებისთვის აუცილებელია მიწის ზედაპირის ოვალური პროფილირება 20-25 მ სიგანის ზოლებად და მათ შორის ღია სადრენაჟო არხის მოწყობა. პროფილირებული ზოლების განის დადგენისას მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ ნიადაგური და ტიპოგრაფიული პირობები, ერთწლოვანი კულტურებისათვის საკმარისია არხთაშორისი ტერიტორიის მოშანდაკება და ამ ფონზე საჭიროებისამებრ სოროდრენების, სადრენაჟო ნაპრალების ორნატების მოწყობა.

როგორც ნიადაგურ-მელიორაციული მიწების დახასიათებიდან ჩანს, ისინი მელიორაციული ვითარების სირთულით მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და დაშრობისათვის საჭიროებენ რთულ მელიორაციულ ღონისძიებებს.

ამრიგად, როგორც ვხედავთ, კოლხეთის დაბლობი, ზუგდიდის მუნიციპალიტეტის მაგალითზე, მეტად რთული სამელიორაციო ობიექტია, მის დაჭაობებაში მონაწილეობენ ატმოსფერული ნალექები, ალუვიური და დელუვიური წყლები, ხოლო მის დასავლეთ ნაწილში თავს იჩენს გრუნტის წყლების გავლენაც. დაჭაობებას ხელს უწყობს აგრეთვე მცირექანობიანი, ხოლო ზოგიერთ ნიადაგურ-მელიორაციულ რაიონში თითქმის უწრეტი ვაკე რელიეფი და ნიადაგების ცუდი ფიზიკური და წყლოვანი თვისებები.

კოლხეთის დაბლობის მელიორაცია და სასოფლო-სამეურნეო ათვისება რთულდება იმიტაც, რომ აქ, ამ რეგიონში, კლიმატის მდიდარი ტემპერატურული რეჟიმის წყალობით შესაძლებელია უწყვეტი მიწათმოქმედება მთელი წლის განმავლობაში; გასაშენებელი კულტურების მრავალსახეობა მკვეთრად განსხვავებული ბიოლოგიური თვისებურებებით დამოკიდებულია, ერთი მხრივ, ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების, მეორე მხრივ, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგრობიოლოგიურ მოთხოვნებებზე, აუცილებელია დაშრობით მელიორაციაში ცნობილი მეთოდებისა და მელიორაციულ-მიწათმოქმედების ორიგინალური ლინგების გამოყენება. მელიორაციულმა სისტემამ კოლხეთში, სადაც შესაძლებელია მიწათმოქმედება წლის ცივ პერიოდშიც, მთელი წლის განმავლობაში გასაშენებელი კულტურების აგრობიოლოგიური მოთხოვნების შესაბამისად, ერთნაირად, პერმანენტულად უნდა უზრუნველყოს საჭირო ჰიდროლოგიური რეჟიმის შექმნა ნიადაგში.

პროექტის ანგარიშში მოყვანილია ზუგდიდის მუნიციპალიტეტის დამშრობი სისტემების არსებული მდგომარეობის ამსახველი მონაცემები და ძირითადი დებულებები, რასაც უნდა ეფუძნებოდეს მათი ექსპლუატაციის სამსახური. საბაზრო ეკონომიკისა და მიწაზე კერძო საკუთრების პირობებში მოცემულია დაშრობილი მიწებით სარგებლობის ტარიფების შედგენის პრინციპები. დაშრობილი სავარგულებით სარგებლობის ტარიფები უნდა ითვალისწინებდეს სრულ საექსპლუატაციო დანახარჯებს, სამუშაოების ღირებულება (კვლევითი, საპროექტო და რემონტების).

ტარიფის გაანგარიშების დროს მხედველობაშია მისაღები არსებულ მიწაზე კერძო საკუთრების უფლება. თუ დაშრობი სისტემების გამტარი ქსელი და შემომზღუდავი ნაგებობები შპს „საქართველოს მელიორაციის“ ბალანსზეა, მარეგულირებელი ქსელი, ხშირ შემთხვევებში, განთავსებულია კერძო საკუთრების ფართობებზე. ამდენად, ზოგიერთი სამუშაოს (განსაკუთრებით მარეგულირებელი არხების გაწმენდის და მოვლა-შენახვის სამუშაოების) შესრულება მიწის მესაკუთრემ შეიძლება აიღოს საკუთარ თავზე. ამასთან დაკავშირებით, ტარიფში გადასახადის სიდიდე უნდა იყოს ჩაშლილი შესასრულებელ სამუშაოთა მიხედვით, რათა შესაძლებელი იყოს რომელიმე ნაწილის გამოყოფა. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ამგვარი პრეცედენტები წინასწარ უნდა იყოს გათვალისწინებული „საქართველოს მელიორაციის“ სერვის-ცენტრსა და მიწის მესაკუთრეს შორის გაფორმებულ ხელშეკრულებაში, რომელიც განსაზღვრავს მიწის კონკრეტული მესაკუთრისთვის ტარიფის სიდიდეს, გადახდის ფორმასა და ვადებს.

დამუშავდა საკვლევი მასალების (მეთოდის) და საკვლევი ობიექტის შესახებ არსებული ლიტერატურა;

განხორციელდა ექსპედიციები ზუგდიდში, სადემონსტრაციო პოლიგონის შერჩევის მიზნით. შეირჩა სამელიორაციო (საცდელი) და არამელიორირებული (საკონტროლო) უბნები;

განხორციელდა საველე-სარეკოგნოსცირებო კვლევები;

განხორციელდა ზუგდიდში შერჩეულ უბნებზე ნიადაგების სინჯების აღება ლაბორატორიული ანალიზისათვის და პორტატული ლაბორატორიული ხელსწყოებით ზოგიერთი (NPK, Mn, pH) პარამეტრის განსაზღვრა;

განხორციელდა ნიადაგების საანალიზოდ მომზადება (გაშრობა და ა.შ.);

საერთაშორისო კონფერენციაში მონაწილეობის მიღება;

განხორციელდა წლიური პროგრამული ანგარიშის მომზადება და წარდგენა;  
დამუშავდა საკვლევი ობიექტის შესახებ არსებული ლიტერატურა;

განხორციელდა 3 ექსპედიცია ქ. ზუგდიდში. შეირჩა სადემონსტრაციო პოლიგონი: სამელიორაციო (საცდელი) და არამელიორირებული (საკონტროლო) უბნები, ჩატარდა საველე-სარეკონსტრუქციო კვლევები, ნიადაგის ნიმუშების აღება ლაბორატორიული ანალიზისათვის, ნიადაგში განისაზღვრა (NPK, Mn, pH) პარამეტრები.

საველე სარეკონსტრუქციო კვლევებისას საკვლევ ნიადაგს ჩატარდა აგროქიმიური ანალიზი. ანალიზის შედეგების მიხედვით ნიადაგს აქვს სუსტი ტუტე არე. აზოტისა და კალიუმის შემცველობა ძლიერ დაბალია, ფოსფორის შემცველობა - საშუალო. ნიადაგში მოძრავი მანგანუმის შემცველობა 0-15სმ სიღრმეში უსასუქო და ფონის ვარიანტებზე 83.9 მგ/კგ-ს შეადგენს, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ საცდელი ნაკვეთის ნიადაგში მოძრავი მანგანუმი საშუალო შემცველობითაა.

5. სტუ-ს ც.მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ალაზნის საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიურ პუნქტებში (სიღნაღი, სოფ. ხორნაბუჯი) დამლაშებული ნიადაგებისა და წყლის სინჯების აღების მიზნით ჩატარდა სეზონური საველე-სამეცნიერო სამუშაოები. პუნქტის 45 ჰა-იან ფართობზე აღებულია ნიადაგისა და დრენირებული წყლის ანალიზები. დაფიქსირდა თითოეული საექსპერიმენტო წერტილის გეოგრაფიული მდებარეობა GPS კოორდინატებში (X და Y) და აბსოლიტური ნიშნული ზღვის დონიდან.

საველე კვლევებისას წყლის სინჯები აღებული იქნა სპეციალურ პოლიეთილენის ლაბორატორიულ ჭურჭელში; ხოლო ნიადაგის ნიმუში სპეციალურ ბიუქსებში. ალაზნის ველზე დამლაშებული ნიადაგებიდან ტრანსპორტირებული წყლის რესურსების სინჯებზე განხორციელებულია ლაბორატორიული კვლევა, ნიადაგისა და წყლის მარილიანობის ხარისხის დასადგენად HACH - ის ფირმის წყლის პორტატული ლაბორატორიის (DH900) გამოყენებით (აშშ).

#### **ანალიზის შედეგები**

- ❖ კოლექტორების წყლისა და მლაშე ნიადაგების ნიმუშები არის საკმაოდ მაღალ მინერალიზებული;
- ❖ ნიადაგისა და წყლის მინერალიზაციაზე (კოლექტორებში) დიდ გავლენას ახდენს სულფატ-იონი ( $\text{SO}_4$ )<sup>2-</sup> და კალციუმ-იონი ( $\text{Ca}$ )<sup>2+</sup>;
- ❖ წამყვანი ანიონი აღმოჩნდა სულფატი და წამყვანი კათიონი - კალციუმი.
- ❖ წყლის მჟავიანობა (pH) ნორმაშია.
- ❖ წყლები მიეკუთვნება სულფატური ტიპის კალციუმის ჯგუფის ტიპს.
- ❖ სიხისტის მიხედვით მიეკუთვნება ხისტი წყლის კატეგორიას.

6. 2021 წლის განმავლობაში განხორციელდა გარემოსდამცავი ნაგებობების როგორც ლაბორატორიული - მსხვილმასშტაბიანი მოდელირება, ასევე თეორიული და საველე-სარეკონსტრუქციო კვლევები.

ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში ჰიდრალიკურ ღარში ტურბულენტური ღვარცოფის გავლის შემთხვევაში გამოიცადა ტრამპლინის ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობა

(საქართველოს პატენტი P 20207068 B) და დადგენილია ნაგებობის მუშაობის ეფექტურობის მაჩვენებლები შესაბამისი საიმედოობისა და რისკ-ფაქტორების მხედველობაში მიღებით.

ღვარცოფსარეგულაციო ნაგებობის კონსტრუქციული ელემენტების შერჩევის დროს გამოიყენება სრულიად ახალი მიდგომები და გაანგარიშების მეთოდოლოგია. ნაგებობის სადაწნეო ზედაპირის ელასტიურობის დროს, როცა კალაპოტის სიგანე  $B$ -ს ტოლია და ნაკადის ზემოქმედება მის მთელ ზედაპირზე ხდება, კონსტრუქციული მდგრადობიდან გამომდინარე, სიმაღლე აიღება მისი სიგანის ნახევრის ტოლი  $H_{nag.} = B/2$ . პრიზმებით შექმნილი სექტორების რაოდენობა და სიგრძე მდგრადობის გაზრდის მიზნით კალაპოტის სადინარის ზედაპირზე  $\Delta L_1 = \Delta L_2 = \dots, \Delta L_n$  მიიღება ერთმანეთის ტოლი.

ღვარცოფების ნაგებობაზე ზემოქმედების ამოცანების განხილვის დროს მხედველობაში მიღებული აკადემიკოს ო. ნათიშვილის მიერ დასაბუთებული ნაკადის მოძრაობის თავისებურება. როდესაც ღვარცოფი მოძრაობს საგრადიენტო შრითა და გულით, ასეთი შემთხვევის დროს ნაკადის მოძრაობის პირობა უზრუნველყოფილია ბმულობის ექვივალენტური სიღრმის ნაკადის სრულ სიმაღლესთან ფარდობის ზღვრებით და, სხვა შემთხვევაში, ნაკადი არ მოძრაობს და მისი ზემოქმედების შესაძლებლობა ნაგებობაზე არ განიხილება.

თეორიული კვლევების შედეგად დამუშავდა მათემატიკური მოდელი და ამოხსნილია დიფერენციალური განტოლებები, რომლის გამოყენებითაც შესაძლებელია ვიანგარიშით ბმული ღვარცოფის ძირითადი ენერგეტიკული მახასიათებლები ღვარცოფის ნაგებობაზე ზემოქმედების პერიოდში;

ბმული ღვარცოფის ტალღური მოძრაობის გათვალისწინებით ამოხსნილია დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა, რისი გამოყენებით დგინდება ღვარცოფის სიმძლავრე ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის მოდინების შემთხვევაში;

დამუშავდა ჰიპერკონცენტრირებული ღვარცოფისათვის ერთგანზომილებიანი მათემატიკური მოდელი, რომლითაც იანგარიშება ბმული ღვარცოფის ძირითადი მახასიათებლები ნაკადის რეოლოგიური სიდიდეების გათვალისწინებით;

ბმული ღვარცოფის მდინარის კალაპოტის სატრანზიტო ზონაში მოძრაობის შემთხვევაში შეფასებულია ღვარცოფის ენერგეტიკული მახასიათებლები, რომელიც კავშირს ამყარებს ღვარცოფული მასის მბზვასა და ნაკადის საშუალო სიჩქარეს შორის მდინარის კალაპოტის კონფიგურაციის გათვალისწინებით;

საქართველოს მთის ლანდშაფტებში ეროზიული პროცესების რეგულირების მიზნით ინსტიტუტის ლაბორატორიასა და გორის საცდელ-სამეცლიორციო ეკოლოგიური ექსპერიმენტული სადგურის ტერიტორიაზე განხორციელდა სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები ბიო-საინჟინრო მიმართულებით.

ამ მიზნით საექსპერიმენტო საცდელ მცენარედ შერჩეულ იქნა პამპასების ბალახი (Pampas grass), რომელზეც განხორციელდა ლაბორატორიული და საველე სამეცნიერო კვლევები.

ექსპერიმენტების ორივე შემთხვევაში მცენარის ზრდისათვის საჭირო წყლის მიწოდება - რწყვა ხორციელდებოდა ლაბორატორიულ პირობებში წვეთური მორწყვის წესით, ხოლო საველე პირობებში კი - კვლებში მიშვებით. იზომებოდა წყლის ხარჯი, ევაპოტრანსპირაციის კოეფიციენტი

და მცენარის ზრდის დინამიკა. რომელიც ხორციელდებოდა პამპასების ბალახის სიმალლის ზომებით თვეში სამჯერ 10 დღიანი ინტერვალით, სტატისტიკური რიგის რაოდენობამ შეადგინა 250 წერტილზე მეტი. ასევე სამეცნიერო ექსპერიმენტების დროს ყურდღება ექცეოდა ტემპერატურულ რეჟიმს, რომელიც სავლელ -სამეცნიერო კვლევების დროს გორის საცდელ უბანზე დიდი ამპლიტუდით იცვლებოდა, აქ მხედველობაში გვაქვს დღისა და ღამის ტემპერატურული ცვლილებები მდ. ლიახვის წყალშემკრებ უზში.

სამეცნიერო-ექსპერიმენტულ კვლევებში აქტიურად იყო ჩართული საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პირველი კურსის დოქტორანტი სოფიო მოდებაძე. ამ კვლევების უფრო დეტალური აღწერა და შედეგების ანალიზი გაშუქდება მის სადოქტორო სადისერტაციო ნაშრომში.

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

#### **3.1.**

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

1. „მოწყვლადი ინსფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების თეორიული კვლევა მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას“ - FR17\_615;
2. „ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟი“ - AR-18-1244;
3. „თოვლის ზგავის საწინააღმდეგო ინოვაციური კომპლექსური ღონისძიება“ - CARYS-19-305.

#### **2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები**

1. საგრანტო პროექტი \_FR17\_615; 19.12.2017 – 30.03.2022 წწ.
2. საგრანტო პროექტი \_ AR-18-1244; 19.12.2019 – 30.05.2022 წწ.
3. საგრანტო პროექტი \_ CARYS-19-305; 29.06.2020 – 14.12.2021 წწ.

### **3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)**

#### **I საგრანტო პროექტი \_FR17\_615**

- 1.1. გივი გავარდაშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი;
- 1.2. თამრიკო სუპატაშვილი - პროექტის კოორდინატორი;
- 1.3. ედუარდ კუხალაშვილი - ძირითადი პერსონალი;
- 1.4. გიორგი ნატროშვილი - ძირითადი პერსონალი;
- 1.5. ირმა ქუფარაშვილი - ძირითადი პერსონალი
- 1.6. ინგა ირემაშვილი - დამხმარე პერსონალი;
- 1.7. კონსტანტინე ბზიავა - დამხმარე პერსონალი;

#### **II საგრანტო პროექტი \_ AR-18-1244**

- 2.1. კუხალაშვილი ედუარდი - პროექტის ხელმძღვანელი;
- 2.2. გივი გავარდაშვილი - პროექტის კოორდინატორი;

- 2.3. ინგა ირემაშვილი - ძირითადი პერსონალი;
- 2.4. შორენა კუპრეიშვილი - ძირითადი პერსონალი;
- 2.5. ნანა ბერაია - ძირითადი პერსონალი (დოქტორანტი);
- 2.6. ხათუნა კიკნაძე - ძირითადი პერსონალი (დოქტორანტი);

**თანამონაწილე ორგანიზაციიდან:**

- 2.7. ნანა ქურციკიძე - ძირითადი პერსონალი;
- 2.8. ნათია გავარდაშვილი - ძირითადი პერსონალი (ახალგაზრდა მეცნიერი);
- 2.9. პაატა სიჭინავა - ძირითადი პერსონალი;
- 2.10. ქეთევან დადიანი - ძირითადი პერსონალი (დოქტორანტი);
- 2.11. ლიანა მასია - ძირითადი პერსონალი (დოქტორანტი);
- 2.12. მარინე მღებრიშვილი - ძირითადი პერსონალი;
- 2.13. ლაშა თოფურია - ძირითადი პერსონალი;
- 2.14. გიორგი ნატროშვილი - დამხმარე პერსონალი;
- 2.15. თამრიკო სუპატაშვილი - დამხმარე პერსონალი;
- 2.16. ანა გავარდაშვილი - დამხმარე პერსონალი;
- 2.17. ირაკლი ფხალაძე - დამხმარე პერსონალი;
- 2.18. მარიამ კუხალაშვილი - დამხმარე პერსონალი;
- 2.19. ზურაბ ქურციკიძე - დამხმარე პერსონალი;
- 2.20. ნინო ნიბლაძე - დამხმარე პერსონალი;
- 2.21. ზურაბ გოგუაძე - დამხმარე პერსონალი.

**III საგრანტო პროექტი CARYS-19-305**

- 3.1. გივი გავარდაშვილი - პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი;
- 3.2. ედუარდ კუხალაშვილი - ძირითადი პერსონალი;
- 3.3. ინგა ირემაშვილი - ძირითადი პერსონალი;
- 3.4. თამრიკო სუპატაშვილი - ძირითადი პერსონალი;
- 3.5. ქეთევან დადიანი - ძირითადი პერსონალი (დოქტორანტი);
- 3.6. ნანა ბერაია - ძირითადი პერსონალი (დოქტორანტი);
- 3.7. ლიანა მასია - ძირითადი პერსონალი (დოქტორანტი);
- 3.8. ხათუნა კიკნაძე - ძირითადი პერსონალი (დოქტორანტი);
- 3.9. ფერიდე ლორთქიანიძე - ძირითადი პერსონალი (დოქტორანტი);
- 3.10. ლელა დუდაური - ძირითადი პერსონალი;
- 3.11. ლაშა თოფურია - ძირითადი პერსონალი;
- 3.12. შორენა კუპრეიშვილი - დამხმარე პერსონალი;
- 3.13. ნათია გავარდაშვილი - დამხმარე პერსონალი;
- 3.14. ანა გავარდაშვილი - დამხმარე პერსონალი;
- 3.15. ლაურა ტოკლიკიშვილი - დამხმარე პერსონალი;
- 3.16. მარინე მღებრიშვილი - დამხმარე პერსონალი.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**საგრანტო პროექტი -FR17\_615**

2021 წელს პროექტის შესრულების მიმართულებით წარმოიშვა დიდ სირთულეები, რაც დაკავშირებულია მსოფლიოსა და, მათ შორის, საქართველოშიც კორონა ვირუსის COVID-19 პანდემიის საწინააღმდეგო შეზღუდვებთან, რომელიც კრძალავდა კონფერენციების ჩატარებას, საზოგადოებასთან შეხვედრებს, მათ შორის, ვორკშოპებისა და ტრენინგების ჩატარებას. თუმცა აღნიშნული მკაცრი შეზღუდვების გათვალისწინებით საგრანტო პროექტის ხელმძღვანელისა და შემსრულებლების აქტიური სამეცნიერო-პრაქტიკული მუშაობით შესაძლებელი გახდა საგრანტო პროექტის გეგმა-გრადიკით გათვალისწინებული შემდეგი ამოცანების განხორციელება:

- საველე-სამეცნიერო და თეორიული კვლევების გათვალისწინებით ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარის შემთხვევაში, ნგრევის ხარისხის 1,0 კოეფიციენტის დროს, დამუშავებულია რისკის შემცირებისა და მდგრადობის მართვის სტრატეგია;
- შემოთავაზებულია მეთოდოლოგია, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წყლით დატბორილი ტერიტორიების მოწყვლადი უბნების შეფასება, რომლის შედეგებიც გლობალური პოზიციონირებისა (GPS) და გეოგრაფიული საინფორმაციო (GIS) სისტემების პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით დატანილია ციფრულ რუკაზე;
- დადგინდა, რომ წყალდიდობით მოწყვლად უბნებზე მცხოვრები მოსახლეობის რაოდენობა, პირველი მიახლოებით შეადგენს 45848 ადამიანს, ხოლო დატბორილ ტერიტორიებზე განთავსებული შენობა-ნაგებობების რაოდენობა კი - 15880 ერთეულს.
- თეორიული კვლევებისა და საგრანტო პროექტის მეცნიერ-კონსულტანტის, მერილენდის უნივერსიტეტის პროფესორ ბილალ აიუბის (აშშ) თეორიის გამოყენებით დამუშავებულია მეთოდოლოგია მოწყვლად უბნებზე რისკების შემცირებისა და მდგრადი სტრატეგიის შექმნისათვის;
- განხილულია მდგრადობის ანალიზი და მისი შეფასების მეთოდები, მონოტონური ღონისძიებები და მდგრადობის პირობები, წარმოდგენილია მდგრადობის გაზომვის მეთოდები, რისკების მართვის მეთოდოლოგია და მისი ანალიზი;
- დამუშავებულია სამეცნიერო სტატია - „, Determination of Contours of Flooded Areas Due to Possible Accident of Zhinvali (Georgia) Earth Dam and Calculation of the Hydrodynamic Parameters of a Destructive Wave at a Dam“ და ონლაინ რეჟიმით პრეზენტაცია განხორციელდა საერთაშორისო კონფერენციაზე „International Conference on Building Energy Conservation, Thermal Safety and Environmental Pollution Control (ICBTE 2020). Brest, Belarus, October 29-30, 2020“.ქ. ბრესტი (ბელარუსია), სამეცნიერო სტატია უკვე ციტირებულია სკოპუსის მიერ.

[https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/72/e3sconf\\_icbte2020\\_01004.pdf](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/72/e3sconf_icbte2020_01004.pdf)

<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201004>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=39361272700>



- სტატიაში ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში დადგენილია ცუნამის ტიპის ტალღით დანგრეული და წყლით დატბორილი ტერიტორიის კონტურები და განსაზღვრულია საგანგებო ზონაში მცხოვრები მოსახლეობის რისკების შემცირებისა და მდგრადობის მართვის სტრატეგია.

სამეცნიერო სტატიაში „METHODS TO CALCULATE THE SOCIAL-ECONOMIC DAMAGE CAUSED BY FLOODS“, რომელიც გამოქვეყნებულია ქ. ოდესაში (უკრაინა), განხილულია ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წყლით დატბორილი მაღალი რისკის ზონებში მოქცეული მოსახლეობისა და სარისკო ზონაში განთავსებული შენობა ნაგებობების მწყობრიდან გამოსვლის სოციალურ-ეკონომიკური ზარალის შეფასების მეთოდოლოგია. კაშხლის ავარიის შედეგად მიყენებული სოციალურ-ეკონომიკური ზარალი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ადამიანური მსხვერპლით გამოწვეული ზარალის, ჰიდროტექნიკური ობიექტისა და მრეწველობის ობიექტების ნგრევის, სოფლის, სატბორე მეურნეობის, სატყეო და კომუნალური მეურნეობის ზარალის ჯამი.

[DOI 10.31375/2226 - 1915-2020-3-5—11.](https://doi.org/10.31375/2226-1915-2020-3-5-11)

[https://www.daemmt.odessa.ua/index.php/daemmt/article/view/324/275;](https://www.daemmt.odessa.ua/index.php/daemmt/article/view/324/275)

#### საგრანტო პროექტი -AR-18-1244

მიღებულ დიფერენციალურ განტოლებათა ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია შეფასდეს მოძრავი ნაკადის დინების სხვადასხვა შემთხვევა. მაგალითად, მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებით წარმოდგენილიდან ნულთან ტოლობის დროს შესაძლებელია ნაკადის თანაბარი მოძრაობის შემთხვევა, როცა დაწნევის დანაკარგი  $\pm\infty$ -ის ზღვრებში იცვლება, სირთულეს არ წარმოადგენს შეფასდეს კრიტიკული მდგომარეობა და მათი საანგარიშო მახასიათებლები.

მდგრადობის ხარისხი წინააღმდეგობის ძალების დამძვრელთან ფარდობით ფუნქციას წარმოადგენს. როცა მდგრადობის ფუნქცია ცნობილია, მდგრადობის ხარისხის პროგნოზი სიმძლავრეს არ წარმოადგენს.

ღვარცოფთა მდგრადობის ნახტომისებრი ფორმით დაკარგვის დროს დონეთა მკვეთრი ცვალებადობის სიდიდით შეიძლება შეფასდეს ფორმულის სიდიდე. დონეთა მკვეთრი ცვლილების ხანგრძლივობის შემთხვევაში მისი თავისუფალი ზედაპირის ფუძესთან შექმნილი კუთხე შინაგანი ხახუნის კუთხის ტოლია ან მასზე ნაკლებია. მოძრავი ნაკადის მდგრადობის დაკარგვა სხვადასხვა პირობებში ხდება და, შესაბამისად, შეფასების კრიტერიუმებიც ერთმანეთისაგან განსხვავებულია. წონასწორობაში მყოფი ღვარცოფის ფენებს შორის წონასწორობის რღვევა მათი ერთი მეორის მიმართ ცურვით ან მათ შორის შემხები ზედაპირების სტრუქტურის რღვევით შეიძლება განხორციელდეს. პროცესის აღნიშნულ შემთხვევას შეესაბამება მხები და ნორმალური ძაბვების ფარდობის სხვადასხვა მნიშვნელობა, რომელიც მასის შემადგენელი ნაწილაკების ფორმასა და ერთგვაროვნებასთან არის დაკავშირებული. ხშირად დინამიკაში მყოფ ღვარცოფთა მდგრადობა მოძრაობის რეჟიმების ცვლილების შესაძლებლობებთან არის დაკავშირებული, რომლის შეფასების განმსაზღვრელ კრიტერიუმს კინეტიკური ენერჯის პოტენციურთან ფარდობა წარმოადგენს.

ბუნებაში მიმდინარე პროცესების სირთულის გამო ხშირია თვითფორმირებად სადინარებში მოძრავი ანომალიები, კერძოდ, ღვარცოფთა მოძრაობის შემთხვევები და მათი სტაციონალურობის კარგვის შესაძლებლობები. ადგილი აქვს დინებების განსაკუთრებულ შემთხვევებს, შემხვედრ წინააღმდეგობებზე ნაკადის დიდი ამპლიტუდით მოქმედებისა და სანაპირო კედლებიდან გადმოღვრის შესაძლებლობებს. ასეთ პირობებში მყოფ ღვარცოფთა მოძრაობას შეესაბამება რეჟიმების ცვალებადობა და ძრაობის არამდგრადობა, რაც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს როგორც საინჟინრო ღონისძიებების გაანგარიშების შემთხვევაში, ისე გარემოსდაცვითი ღონისძიებების შერჩევის დროს.

გარემოს დაცვაში ეკოლოგიური წონასწორობის მდგომარეობის და სტაბილურობის შენარჩუნების გარანტს ეფექტური კომპლექსური ხასიათის ნაგებობების შექმნა წარმოადგენს, ე.ი. ბარაჟების ისეთი სახეების შექმნა, როცა ნაგებობათა სიხისტე ნაკადის დამრტყმელ ძალასთან მიმართებაში მინიმუმამდე არის დაყვანილი და ნაგებობის კონსტრუქციული ელემენტების ფორმა და სამშენებლო ზომები დაზუსტებული მეთოდოლოგიის გამოყენებით არის გაანგარიშებული. სტიქიათა ნაგებობაზე ზემოქმედების შეფასების მეთოდიკა მის ანომალურობაზეა დამოკიდებული. გამომდინარე აქედან, ნაგებობის ინოვაციურობა არსებულთან შედარებით ნაკადზე ზემოქმედებით უნდა იყოს გამორჩეული როგორც ვერტიკალურ, ისე ჰორიზონტალურ სიბრტყეში. ნაკადზე ნაგებობის არაერთდროული ზემოქმედებითა და ელასტიკურობით მნიშვნელოვნად იზრდება ენერჯის ჩაქრობის ეფექტურობა.

ზემოაღნიშნულთან ერთად, ინოვაციურ ნაგებობათა სხვადასხვა სახის ნაკადების სადინარებში მოწყობის დროს შეიძლება წარმოიშვას რისკები კონსტრუქციული ელემენტების შერჩევის დროს, რაც ართულებს გაანგარიშების ახალი მეთოდოლოგიის გამოყენების შესაძლებლობებს.

დამუშავებულია ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის ინოვაციური კონსტრუქცია (საქართველოს პატენტი P 20207068 B) და მისი დაპროექტების მეთოდოლოგია, რომლის საშუალებით უკვე განხორციელებულია პროექტი და მიმდინარეობს ამჟამად მცხეთის მუნიციპალიტეტის მერიასთან მოლაპარაკება, რათა ზემოთ აღნიშნული ინოვაციური ნაგებობის კონსტრუქცია მოეწყოს მდ. სამონასტრო ხევში შიომღვიმის სამონასტრო კომპლექსის ღვარცოფებისაგან დასაცავად.

საგრანტო პროექტის ფარგლებში მომზადებულია 4 სადოქტორო დისერტაცია, რომელთა წინასწარი დაცვა დაგეგმილია 2021 წლის 22-23 დეკემბერს.

### **საგრანტო პროექტი - CARYS-19-305**

ამ ინოვაციურ საგრანტო პროექტში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი წარმოდგენილია, როგორც თანამონაწილე ორგანიზაცია, რომელშიც ჩართულია ინსტიტუტის, როგორც ახალგაზრდა მეცნიერ თანამშრომლები, ასევე სტუ-ს 5 დოქტორანტი.

საქართველოს სამხედრო გზის კობი-გუდაურის უბანზე საგრანტო პროექტის შემსრულებლების მიერ 2021 წლის თებერვალ-აპრილში განხორციელებული საველე-სარეკოგნოსირებო სამეცნიერო და თეორიული კვლევების საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი ზოგადი ტიპის დასკვნები:

- საგრანტო პროექტის შემსრულებლებისა და საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სსიპ გარემოს დაცვის ეროვნული სააგენტოს ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტის თანამშრომლების მიერ კობი-გუდაურის უბანზე ერთობლივი საველე კვლევების საფუძველზე შერჩეულია მთის ფერდობის უბანი, სადაც შესაძლებელია განხორციელდეს ინოვაციური თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო მოწყობილობის მონტაჟი;
- კობი-გუდაურის უბანზე მთის ფერდობის სენსიტიური მონაკვეთის გეოგრაფიული მაჩვენებლებია: GPS-ის კოორდინატები:  $X=456043,3$ ;  $Y=4705596$ , მთის ფერდობის სიგრძე  $L=800$  მ, ფერდობის დახრილობა  $i=24^0$ , აბსოლუტური ნიშნული ზ.დ.  $H=2570$  მ;
- შეფასებულია დასაპროექტებელი მთის სენსიტიური ფერდობის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები, კერძოდ, აღნიშნულია, რომ ტერიტორია წარმოადგენს ქვედა ცარცული ასაკის მერგელებს, კირქვებისა და თიხა-ფიქლების ჩანართებით, აგრეთვე საზვავების მიმდებარედ გვხვდება მეოთხეული ასაკის ანდეზიტ-დაციტური შედგენილობის სუბაერალური ვულკანიტები.
- დამუშავებული მეთოდოლოგიისა და ლიცენზირებული პროგრამის Лира-САПР 2019 საშუალებით (ლიცენზიის ნომერი #1/7165) განხორციელდა თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო ნაგებობის დაპროექტება, თოვლის მასის დინამიკური და სტატიკური დატვირთვების მხედველობაში მიღებით. დადგენილია ნაგებობის გეომეტრიული ზომები და კვანძების შესრულების ტექნოლოგიები;
- საგრანტო პროექტის ხელმძღვანელისა და საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სსიპ გარემოს დაცვის ეროვნული სააგენტოს შორის გაფორმებული შეთანხმების თანახმად ოფიციალური ნებართვის მიღების საფუძველზე, შემდეგ ეტაპზე განხორციელდა საქართველოს სამხედრო გზის კობი-გუდაურის შერჩეულ უბანზე ნაგებობის მოწყობა.

### 3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.

2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

4.2.

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**5. პატენტები:**

**5.1. საერთაშორისო პატენტები:**

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1.

2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1.

2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

**5.2. ეროვნული პატენტები**

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1. ღვარცოფსაწინააღმდეგო კონსტრუქცია

2. სხივური წყალშემკრები დრენაჟი

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1. ჩახაია გ., წულუკიძე ლ., გუგუშვილი თ., ბოსიკაშვილი შ., თოფურია ე., კვაშილავა ნ., ხუბულავა ი., კვიციანი ი., გოგილავა ს.

2. ჩახაია გ., ლობჯანიძე ზ., წულუკიძე ლ., გოგილავა ს.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1. # U 2021 2076 Y

2. # U 2021 2083 Y

**6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში**

**6.1. მონოგრაფიები/წიგნები**

1) ავტორი/ავტორები

1. იორდანიშვილი ი., გავარდაშვილი გ., ირემაშვილი ი., იორდანიშვილი კ.

2. ჩახაია გ., წულუკიძე ლ., ლაომვილი ზ., ბოსიკაშვილი შ., გუგუშვილი თ., ხუბულავა ი., გოგილავა ს.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. ჰიდროსაინჟინრო ტერმინოლოგიის განმარტებითი ცნობარი, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN 978-9941-26-255-5

2. თანამედროვე ღვარცოფსაწინააღმდეგო კონსტრუქციის ეფექტურობისა და საიმედოობის შეფასება მდინარე მლეთისხევის ღვარცოფსადინარის მაგალითზე.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი
2. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი

4) გვერდების რაოდენობა

1. 370 გვ.
2. 78 გვ.

### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. ცნობარში მოცემულია ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული საკითხები ისეთი სპეციალური დისციპლინებისა, როგორცაა: ჰიდრაულიკის საფუძვლები, ჰიდროლოგია, ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, საინჟინრო მელიორაცია, ჰიდროელექტროსადგურები, სანაოსნო გზები და ნავსადგურები, წყალმომარაგების ქსელები და სისტემები, საინჟინრო ეკოლოგია და სხვა. აგრეთვე თავმოყრილია ბუნებრივ-ისტორიული ფაქტები; ჰიდრონაგებობების, ეკოპროცესების წარსული და აწმყო; დარგის გამოჩენილი მეცნიერებისა და მკვლევარების მოკლე ბიოგრაფიული ცნობები და მათი მოღვაწეობის შედეგები; ფიზიკური და მათემატიკური ერთეულების კავშირები და კიდევ მრავალი რამ. დღეისათვის მას ანალოგი არ გააჩნია და წარმოადგენს ამ სფეროში გამოყენებული ტერმინოლოგიის პირველ ტექნიკურ განმარტებით ცნობარს. ვიმედოვნებთ, რომ იგი დახმარებას გაუწევს ზემოხსენებულ დარგებში დასაქმებულ მეცნიერებს, ინჟინრებს და ტექნიკოსებს, ბაკალავრებს, მაგისტრებს და დოქტორანტებს. ამიტომ შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ იგი დამხმარე სახელმძღვანელოცაა. ცნობარი მოიცავს 2100-მდე ტერმინსა და ტერმინოლოგიურ გამოთქმას და დარგის ძირითად ცნებებს. ცნობარის ბოლო ვერსია დამუშავდა და გამოცემულია 2021 წელს, რადგან 2020 წელს მისი საბოლოო ვერსიის დამუშავება და გამოცემა პანდემიის გამო ვერ მოხერხდა.

2. ნაშრომში განხილულია მდინარე მლეთისხევის წყალშემკრებ აუზში მიმდინარე ეროზიული და მეწყრული გენეზისის ღვარცოფული მოვლენები და მათი ნეგატიური შედეგები. ასევე, მლეთისხევაში მოსალოდნელი ღვარცოფის მახასიათებელი სიდიდეები და ეკოლოგიური საფრთხეები განსაზღვრულია მსოფლიოში აპრობირებული კომპიუტერული პროგრამა RAMMS-ის საშუალებით.

შემოთავაზებულია ღვარცოფსაწინააღმდეგო ახალი კონსტრუქცია, გაანგარიშებულია კონსტრუქციის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ეფექტურობა, მდგრადობა და ეკონომიკური ეფექტიანობა.

ნაშრომი დაეხმარება ინჟინერ-ეკოლოგებს და გარემოს დამცველებს ბუნებრივი სტიქიური მოვლენების მართვის ეფექტური მექანიზმების შემუშავებაში.

## 6.2. სახელმძღვანელოები

### 1) ავტორი/ავტორები

1. გურგენიძე დ., დიაკონიძე რ.
2. დიაკონიძე რ., გვიშიანი ზ.
3. ელიავა გ., ცინცაძე თ., თოფურია ლ., თოფურია ე.

### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. ზოგადი ჰიდროლოგია (იბეჭდება)
2. მყარი ნატანისა და ღვარცოფული ხარჯის საანგარიშო მეთოდიკა
3. „ცხრილური რედაქტორის MS Excel-ის გამოყენება ქიმიურ-ფარმაცევტული წარმოების დანადგარების გაანგარიშებანი.“ ISBN 978-9941-8-3080-8 (დამხმარე სახელმძღვანელო).

### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გამომცემლობა.
2. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გამომცემლობა.
3. გამომცემლობა „გეორგიკა“, თბილისი, 2021.

### 4) გვერდების რაოდენობა

1. 267 გვ
2. 13 გვ.
3. 132 გვ.

## **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. სახელმძღვანელოში „ზოგადი ჰიდროლოგია“ განხილულია ხმელეთის ჰიდროლოგიის, მათ შორის საინჟინრო ჰიდროლოგიის, ჰიდრომეტრიისა და ჩამონადენის რეგულირების საკითხები. სალექციო კურსი მნიშვნელოვან დახმარებას გაუწევს სტუდენტებს და, ზოგადად, ჰიდროლოგიური მეცნიერებით დაინტერესებულ პირებს.
2. მეთოდურ მითითებებში „მყარი ნატანისა და ღვარცოფული ხარჯის საანგარიშო მეთოდიკა“ წარმოდგენილია ემპირიული დამოკიდებულებები და რეგრესიის განტოლებები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მყარი ნატანისა და ღვარცოფული ხარჯების საანგარიშოდ საქართველოს შეუსწავლელ მდინარეთა წყალშემკრები აუზებისათვის.
3. ნაშრომში განხილულია Excel-ის პროგრამით გათვალისწინებული მათემატიკური ოპერაციები, რომლებიც დასჭირდება სტუდენტს ქიმიური და ბიოლოგიური რეაქციებისა და პროცესების რაოდენობრივი შეფასებებისას, სამკურნალო საშუალებების ფარმაკომპონენტის ისეთი პარამეტრების განსაზღვრისათვის, როგორცაა ელიმინაციის სიჩქარის კონსტანტა ( $K_{elim}$ ),

„ნახევარდაშლის პერიოდი“ ( $t_{1/2}$ ), საერთო კლირენსი (Cl<sub>T</sub>), განაწილების წარმოსახვითი მოცულობის ( $V_d$ ) და სხვა.

კონკრეტულ ამოცანებზე გაშუქებულია სამაგალითო პრაქტიკული მეცადინეობები, სადაც MS Office პროგრამაში შემავალი ცხრილური რედაქტორის MS Excel-ის გამოყენებით შეიძლება შევასრულოთ ქიმიურ-ფარმაცევტული წარმოების დანადგარების გაანგარიშება.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია ქიმიური, ბიოლოგიური დაფარმაცევტული ტექნოლოგიების სპეციალობების სტუდენტების, მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის.

### 6.3. კრებულები

#### 1)ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

#### 1)ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2)სტატიისსათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

#### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.



4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. იორდანიშვილი ი., ირემაშვილი ი., იორდანიშვილი კ., მღებრიშვილი მ., ქუფარაშვილი ი., ნატროშვილი გ., ფოცხვერია დ., კანდელაკი ნ., ბილანიშვილი ლ.
2. იტრიაშვილი ლ.ა., შურგაია ვ.შ., ირემაშვილი ი.პ., ხოსროშვილი ე.ვ.
3. იტრიაშვილი ლ.ა., ხოსროშვილი ე.ვ., დადიანი კ.ვ.
4. G. Gavardashvili, E. Kukhalashvili, I. Iremashvili, N. Gavardashvili.
5. E. Kukhalashvili, G. Gavardashvili, I. Iremashvili, N. Beraia, Kh. Kiknadze
6. გ. გავარდაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ირემაშვილი, ნ. გავარდაშვილი.
7. Odilavadze T., Loiskandl W., Bziava K., Iremashvili I., Denisova I., Himmelbauer M.
8. თ. სუპატაშვილი, შ. კუპრეიშვილი, მ. შავლაყაძე, პ. სიჭინავა
9. მ. ვართანოვი, ე. კეჩხოშვილი, პ. სიჭინავა

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. წყალსაცავების დაცლის და შევსების დროის განსაზღვრა, ISSN 1512-2344;
2. «Влияние набухания на водно-воздушный режим глинистых почвогрунтов», ISSN 1512-1887.
3. Коэффициент точности при определении водно-физических свойств почвогрунтов, ISSN 1512-1887;
4. The outcomes of field survey of sensitive areas at Kobi - Gudauri section of the Georgian military road for the purpose of arranging an innovative snow avalanche construction, ISSN 1512-1887;
5. Debrisflow density and their effect on debrisflow regulation buildings, ISSN 1512-1887;
6. თოვლის ზვავის ინოვაციური კონსტრუქციის დაპროექტებისათვის მეთოდოლოგიის დამუშავება, ISSN 1512-2344.
7. Some features of the joint movement of water and vapor mass in the soil, ISSN 1512-2344.
8. საწარმოო ნარჩენების უტილიზაციის პრობლემები და მათი როლი გარემოს დაბინძურებაში, ISSN 1512-2344.
9. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვის ეკონომიკური ეფექტურობის გამოთვლის დაზუსტება, ISSN 1512-2344.

## 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. X International Scientific and Technical conference “Modern Problems of water management, environmental protection, architecture and construction” შრომათა კრებული, 2021;
2. Annals of agrarian science. Volume 19, Number 2, 2021;
3. X საერთაშორისო კონფერენციის “Modern Problems of water management, environmental protection, architecture and construction” შრომათა კრებული, 2021;
4. Annals of agrarian science. Volume 19, Number 2, 2021;
5. Annals of agrarian science. Volume 19, Number 1, 2021;
6. X საერთაშორისო კონფერენციის “Modern Problems of water management, environmental protection, architecture and construction” შრომათა კრებული, 2021.
7. X საერთაშორისო კონფერენციის “Modern Problems of water management, environmental protection, architecture and construction” შრომათა კრებული, 2021.
8. X საერთაშორისო კონფერენციის “Modern Problems of water management, environmental protection, architecture and construction” შრომათა კრებული, 2021.
9. X საერთაშორისო კონფერენციის “Modern Problems of water management, environmental protection, architecture and construction” შრომათა კრებული, 2021.

## 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, „საჩინო“;
2. თბილისი, საქ. სოფლის მეურნეობის აკადემიის გამომცემლობა;
3. თბილისი, საჩინო;
4. თბილისი, საქ. სოფლის მეურნეობის აკადემიის გამომცემლობა;
5. თბილისი, საქ. სოფლის მეურნეობის აკადემიის გამომცემლობა;
6. თბილისი, საჩინო.
7. თბილისი, საჩინო.
8. თბილისი, საჩინო.
9. თბილისი, საჩინო.

## 5) გვერდების რაოდენობა

1. 7 გვ.
2. 5 გვ.
3. 4 გვ.
4. 9 გვ.
5. 10 გვ.
6. 10 გვ.
7. 7 გვ.
8. 4 გვ.
9. 6 გვ.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. სტატიაში „წყალსაცავების დაცლის და შევსების დროის განსაზღვრა“ განხილულია წყალსაცავების დაცლის და შევსების დროის გაანგარიშების მეთოდი, სადაც გამოყენებულია რეზერვუარის დაცლის ან შევსების დროის პროგნოზირების ჰიდრავლიკური მეთოდი.
2. სტატიაში «Влияние набухания на водно-воздушный режим глинистых почвогрунтов» განხილულია გაჯირჯვების შემოქმედება თიხოვანი გრუნტების წყალ-აიროვან რეჟიმზე.
3. სტატიაში „Коэффициент точности при определении водно-физических свойств почвогрунтов“ განხილულია გრუნტების წყალ-ფიზიკური თვისებების კოეფიციენტების სიზუსტის განსაზღვრის მეთოდიკა.
4. სტატიაში „The outcomes of field survey of sensitive areas at Kobi - Gudauri section of the Georgian military road for the purpose of arranging an innovative snow avalanche construction“ წარმოდგენილია საქართველოს სამხედრო გზის კობი-გუდაურის მონაკვეთზე თოვლის ზვავსამშროების სენსიტიური ადგილები შესაბამისი გეოლოგიური, ჰიდროლოგიური და ჰიდრავლიკური მაჩვენებლების ანალიზით.  
საველე და თეორიული კვლევების გამოყენებით შეფასებულია კობი-გუდაურის მონაკვეთზე თოვლის ზვავების წარმოქმნის სტატისტიკური მასალა შესაბამისი გეოგრაფიული GPS კოორდინატების გამოყენებით.  
GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით ციფრულ რუკაზე მონიშნულია თოვლის ზვავის ინოვაციური კონსტრუქციის მოსაწყობად შესაბამისი ადგილი, რომელიც განლაგებულია საქართველოს სამხედრო კობი-გუდაურის მონაკვეთზე.  
შემოთავაზებულია თოვლის ზვავის საველე კვლევის შედეგები, ზღვის დონიდან საშუალოდ 2500 მ სიმაღლეზე, მთის ფერდობის დახრილობით 24°, რომლის საფუძველზეც დადგენილია ზვავის მოძრაობის ჰიდროლოგიური და ჰიდრავლიკური პარამეტრების გაანგარიშების მეთოდები, რაც ინოვაციური თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო ნაგებობის დაპროექტებისათვის მეთოდოლოგიის დამუშავების საშუალებას იძლევა.
5. სტატიაში „Debrisflow density and their effect on debrisflow regulation buildings“ წარმოდგენილია ზვავ-ნამსხვევური ნაკადის კრიტერიუმების პროგნოზირების მეთოდიკა. დამუშავებულია ახალი მარეგულირებელი კონსტრუქცია ელასტიკური ბარაჟის სახით.
6. სტატიაში „თოვლის ზვავის ინოვაციური კონსტრუქციის დაპროექტებისათვის მეთოდოლოგიის დამუშავება“ განხილულია ახალი თოვლის ზვავის შემაჩერებელი კონსტრუქციის დაპროექტების მეთოდოლოგია.
7. სტატიაში განხილულია ნიადაგში წყლისა და ორთქლის ერთობლივი მოძრაობის ძირითადი მახასიათებლები. ნიადაგის ორგანული კლასიფიკაციის მახასიათებლების დასადგენად ჯერ კიდევ არ გამოიყენება გაჟონვის კოეფიციენტი, რომელიც კორელაციაშია ნიადაგის წყალ-ფიზიკურ თვისებებთან. თუმცა, თეორიულად განსაზღვრული ღვარცოფის კოეფიციენტი, ნიადაგში პროცესების ფართო სპექტრისა და შესაბამისი მაჩვენებლების გათვალისწინებით,

შეიძლება განისაზღვროს კლასიფიკაციის კრიტერიუმების გათვალისწინებით. გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ თერმული ფაზის უწყვეტობის დროს გადაადგილებები ორივე ფაზაში ერთდროულად ხდება, რომელთა მოძრაობის მიმართულება ზოგ შემთხვევაში შეიძლება იყოს ერთმანეთის საპირისპირო.

8. სტატიაში განხილულია საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული მადანმომპოვებელი და გადამამუშავებელი საწარმოების ნარჩენები, რომლებიც დასაწყობებულია საწარმოების ტერიტორიაზე. ნარჩენების უკონტროლო განთავსების გამო წვიმის წყლით ხდება მათი ჩარეცხვა და მძიმე მეტალები ხვდება ახლომდებარე მდინარეების წყლებში.

შესწავლილია მძიმე მეტალების შემცველობა მდინარეებში: კაზრეთულა და მაშავერა და შედარებულია შესაბამის ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციებთან.

9. განიხილება სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ინტენსიფიკაციის ფაქტორების გავლენა. თითოეული შესწავლილი ფაქტორის (ფონდუზრუნველყოფა, ქიმიზაცია და მელიორაცია) ზემოქმედების რაოდენობრივი მახასიათებლების დადგენის მიზნით გამოთვლილია მათი რიცხვითი მნიშვნელობები და, შესაბამისად, აღწერილია წარმოების ფუნქცია.

## 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 7.2. სახელმძღვანელოები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.3. კრებულები

1) ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

1. Gavardashvili G.V., Kukhalashvili E.G., Iremashvili I.R.
2. Diakonidze R., Gvishiani Z., Lochoshvili T., Mchedlishvili K., Romanovski V.
3. Phanchulidze J., Diakonidze R., Chakhaia G., Tsulukidze L.
4. G. Chakhaia, L. Tsulukidze, Z. Laoshvili, Sh. Bosikashvili, T. Gugushvili, I. Khubulava, S. Gogilava.
5. მ. ვართანოვი, ე. კეჩხოშვილი, ნ. ბერაია, ქ. დადიანი, ხ. კიკნაძე, ლ. მაისაია
6. ს. პავლიაშვილი დ. გუბელაძე

7. ს. პავლიაშვილი დ. გუბელაძე
8. ს. პავლიაშვილი დ. გუბელაძე
9. ს. პავლიაშვილი დ. გუბელაძე
10. დ. გუბელაძე

11. G.Eliava, T.Tsintsadze, P.Kasradze, R.Mzhavanadze, M.Balashvili, L.Topuria, E.Topuria.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. Study of the Mathematical Model of Snow Avalanche Kobi-Gudauri Section of the Georgian Military Road on Sensitive Areas.Science and Society, Patterns and Trends of Development. **DOI: 10.46299/ISG.2021.I.XVI**
2. Ecological Problems of Environment Mudflows and Their Prediction: Experience of Georgia. (is printed)
3. Flood prediction for designing innovative mudslide preventing constructions. Construction of (is printed).
4. Computer modelling and forecast of expected debris flow in the Mletiskhevi ".
5. წყლის რესურსების ინტეგრალური მართვის ზოგიერთი ამოცანის მათემატიკური მოდელი. (რუსულ ენაზე) **DOI 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.87**
6. აგროეკოლოგიური მდგრადობა, მწვანე ეკონომიკა და ფინანსური ინტეგრაციის ბიზნესმოდელი. **DOI: [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_ws](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws)**  
[https://rsglobal.pl/index.php/ws/article\\_processing\\_charge](https://rsglobal.pl/index.php/ws/article_processing_charge)
7. სარწყავი წყლის რესურსები, ეკონომიკური ეფექტურობის მართვადა ცირკულარული ეკონომიკის სტრატეგია, **ISBN 978-1-73981-124-2**
8. სასოფლო-სამეურნეო ეფექტიანი ეკონომიკური საქმიანობა, **ISBN 978-4-9783419-5-2;**
9. სოფლის მეურნეობაში წყლის მართვის მოდელები წყლის რესურსების ოპტიმალურად გამოყენებისათვის საქართველოში, **ISSN - 0132 – 1447;**
10. სოფლის მეურნეობის ნარჩენების გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების შემცირების ღონისძიებები, **ISBN 978 – 9941 – 8 – 3423 – 3;**
11. The role of anatomico-physiological peculiarities in pathogenetic mechanisms development. **ISBN 978-1-64655-088-3.**

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. XVI International Science and Practical Conference. მოხსენებების აბსტრაქტი, 2021. <https://isg-konf.com/science-and-society-patterns-and-trends-of-development>. Vienna, Austria
2. International Journal Environmental Monitoring and Assessment, 2021, , **IF 2.8.Q2**
3. optimized energy potential. The Publishing Office of Czestochowa Unuversity of Technology, Czestochowa 2021.
4. Preslia Journal (Scopus). PRAHA, CZECH REPUBLIC, 2021
5. „მეცნიერთა ევრაზიული კავშირი“, სერია ეკონომიკური და იურიდიული მეცნიერებები № 6(87)2021 ტომი 1

6. მსოფლიო მეცნიერება № 4 (65), 2021 წლის აპრილი.
7. მეცნიერება და განათლება: პრობლემები, პერსპექტივები და ინოვაციები . X საერთაშორისო სამეცნიერო და პრაქტიკული კონფერენციის მასალები. კიოტო, იაპონია 80-84გვ. 2021 წლის 23-25;
8. მე-10 საერთაშორისო სამეცნიერო და პრაქტიკული კონფერენცია „ფუნდამენტური და გამოყენებითი კვლევები თანამედროვე მსოფლიოში“ (12-14 მაისი, 2021 წ.) მეცნიერება გამომცემელი, ბოსტონი, აშშ. 2021. 87-96 გვ
9. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ბიულეტენი, ტ. 15, #. 3, 2021 წელი, გვ. 48-52.
10. გარემოს დაცვის საერთაშორისო დღისადმი მიძღვნილი სამეცნიერო ინტერნეტკონფერენცია, ტყის ეკოსისტემების გარემოსდაცვითი ფუნქციის ოპტიმიზაციის გზები საქართველოში” შრომათა კრებული, 5 ივნისი, 2021 წელი, თბილისი, 33-37 გვ.
11. LXX International Correspondence Scientific and Practical Conference: “European Research: Innovation in Science, Education and Technology”, March 10-11, 2021, London UK.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

1. 6 გვ
2. 13 გვ
3. 6 გვ
4. 9 გვ
5. 5 გვ.
6. 5 გვ.
7. 5 გვ.
8. 9 გვ.
9. 5 გვ.
10. 5 გვ.
11. 5 გვ.

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. სტატიაში „Study of the Mathematical Model of Snow Avalanche Kobi-Gudauri Section of the Georgian Military Road on Sensitive Areas. Science and Society, Patterns and Trends of Development“ განხილულია საქართველოს სამხედრო გზის კობი-გუდაურის მონაკვეთის თოვლის ზვავის განვითარების მათემატიკური მოდელი.
2. სტატიაში წარმოდგენილია ემპირიული დამოკიდებულებები და რეგრესიის განტოლებები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მყარი ნატანისა და ღვარცოფული ხარჯების საანგარიშოდ საქართველოს შეუსწავლელ მდინარეთა წყალშემკრები აუზებისათვის.
3. ნაშრომში მოცემულია წყლის მაქიმალური ხარჯების საანგარიშო გენეტიკური პრინციპის, განსხვავებული ინტერპეტაციის ემპირიული ფორმულა, რომელიც შემუშავებულია ჩამონადენის წარმომქმნელ ძირითად ფაქტორებზე ნატურული დაკვირვებების მასალების სათანადო დამუშავებისა და ანალიზის საფუძველზე. შესაბამისად, შემოთავაზებულია ინოვაციური

წინადადება ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების საიმედობის გაზრდის მიზნით, ეს ნაგებობები უნდადამონტაჟდეს უშუალოდ ლოკალური კერების - მცირე წყალშემკრები აუზის ფართობის მქონე მდინარეების ან მათი შენაკადების ბოლო ჰიდროკვეთებში და, თავისთავად, შესაბამისი ჰიდროლოგიურ სიდიდეთა დაზუსტებული გაანგარიშებანი ჩატარდეს ჰიდროლოგიური დაკვირვებების არმქონე ამ მცირე ხევეებისა და შენაკადებისათვის, რის საშუალებასაც იძლევა შემოთავაზებული მეთოდისა.

4. განხორციელებული კვლევის მიზანია მლეთისხევის ღვარცოფსადინარში მოსალოდნელი ეროზიული და მეწყრული გენეზისის ღვარცოფული მოვლენების კომპიუტერული მოდელირება და პროგნოზირება.

ზემოაღნიშნული მიზნის მისაღწევად, ღვარცოფის მოდელირებისათვის გამოყენებული იქნა კომპიუტერული პროგრამა RAMMS, რომლის ფუნქციონირებისათვის გამოვიყენეთ მლეთისხევის DEM (Digital Elevation Model), გარდა ამისა განისაზღვრა RAMMS-ში შესაყვანი პარამეტრები.

კომპიუტერული პროგრამა RAMMS-ით განხორციელებული მოდელირების შედეგად განისაზღვრა მლეთისხევის წყალშემკრებ აუზში მოსალოდნელი ღვარცოფის საპროგნოზო მახასიათებლები: სიმაღლე, სიჩქარე, დაწნევა და გამოტანილი მასის მოცულობა, ასევე დადგინდა ღვარცოფის რისკის ზონები, სადაც მოხვდა 3 სახლი, სასოფლო-სამეურნეო ნაკვეთები, წმინდა გიორგის სახელობის ეკლესია და საავტომობილო ხიდი, რის გამოც სასწრაფოდ არის გასატარებელი ღვარცოფსაწინააღმდეგო ეფექტური ღონისძიებები მლეთისხევაში მოსალოდნელი ღვარცოფის რისკის მინიმუმამდე დასაყვანად.

5. საქართველოს გეოგრაფიული და გეომორფოლოგიური პირობების მრავალგვარობა განაპირობებს როგორც ჰიდროგრაფიული ქსელის, ასევე წყლის რესურსების ფორმირების თავისებურებას. მნიშვნელოვანი ფაქტორია აგრეთვე წყლის რესურსების წლიური განაწილების უთანაბრობა, განსაკუთრებით აღმოსავლეთ საქართველოს მთიან რეგიონებში. საქართველოს წყლის რესურსების ფორმირების პირობებმა განაპირობა მნიშვნელოვანი სხვაობა ქვეყნის რეგიონების წყალუზრუნველყოფას შორის.

აღმოსავლეთ საქართველოს უდიდესი მდინარე მტკვარი, რომლის აუზი მოიცავს სამი ქვეყნის - თურქეთის, საქართველოს და აზერბაიჯანს ტერიტორიებს, წარმოადგენს ტრანსსასაზღვრო მდინარის მაგალითს. მტკვრისა და მისი შენაკადების წყალი ფართოდ გამოიყენება ამ ქვეყნების ეროვნული ეკონომიკის საჭიროებისათვის, მაგრამ სამხრეთ კავკასიის აღმოსავლეთი ნაწილის მდინარეების შეფარდებითი მცირეწყლიანობა განაპირობებს წყალსამეურნეო ბალანსის დამაბულობასა და დეფიციტს. ამასთან დაკავშირებით განსაკუთრებით აქტუალურია წყლის რესურსების ინტეგრალური მართვის მეთოდების გამოყენება.

უნდა აღინიშნოს, რომ ინტეგრალური სისტემის ფუნქციონირების პრინციპიალურ პირობათაგან ერთი არის საინფორმაციო-მმართველი სისტემის გამართული მუშაობა. ანალიზმა აჩვენა, რომ წყლის რესურსების მართვის ოპტიმიზაციის ერთერთ ეფექტური ინსტრუმენტია სისტემური ანალიზის მეთოდოლოგიაზე დაფუძნებული მათემატიკური პროგრამირება. ამასთან, ირიგაციის პირობებიდან გამომდინარე მიიღება მათემატიკური მოდელირების სხვადასხვა ამოცანები.



ორიგაციის საკითხების მათემატიკური მოდელირების დროს შესაძლებელია მათი დაყვანა ისეთ ამოცანებზე, რომელთა გადაწყვეტა ხდება ხაზოვანი პროგრამის მეთოდებით. ასეთი მათემატიკური მოდელის ეკონომიკური არსი არის არსებული შეზღუდვების პირობებში სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სხვადასხვა დარგის ოპტიმალური თანაფარდობის დადგენა მაქსიმალური მოგების მისაღებად.

6. ეკოსისტემის მართვა არის ძირითადი აგროეკოლოგიური გარემოს შენარჩუნების პროცესი. საირიგაციო მომსახურებისა და ბუნებრივი რესურსების ოპტიმალური გამოყენებით.

ეკოსისტემის მენეჯმენტში მდგრადობის მთავარი პირობაა ბუნებრივი რესურსების ინტეგრირებული მართვა მისი ეფექტური შენარჩუნება და პრაქტიკული გამოყენება. ეს არის

მრავალმხრივი მიდგომა, რომელიც მოითხოვს მნიშვნელოვან ცვლილებებს ადამიანის მხრიდან გარემოზე ზემოქმედების თვალსაზრისით.

დღესდღეობით, როდესაც გლობალური პრობლემები უარესდება, ის სულ უფრო და უფრო იზრდება, უფრო აუცილებელია სასოფლო სამეურნეო საქმიანობის კუთხით მიმდინარე პროცესების შესწავლა კერძოთ მტკნარი წყლის რესურსების მარაგების გამოყენების თვალსაზრისით ბუნებაში. ყურადღება უნდა მიექცეს ადამიანის სწორი აქტივობის გავლენას პლანეტის გარემოს ბიოქიმიურ ციკლზე.

ადამიანის საქმიანობის შეუსაბამოზე მოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს გლობალური ეკოლოგიური კრიზისი. აგროეკოსისტემების მდგრადობა, ბუნებრივი რესურსების ოპტიმალური გამოყენება, გარემოს სასოფლო-სამეურნეო ნარჩენების ნაყოფიერი მიწების დაბინძურებისგან დაცვა, ეკოლოგიურად სუფთა სასოფლო სამეურნეო საქმიანობის სტიმულირება და ა.შ. ნიშნელოვანი კვლევის საკითხებია დღეისათვის.

7. საქართველო 2025 წლისთვის სარწყავად 220 000 ჰექტარ მიწას უზრუნველყოფს. დაახლოებით 142,000 ჰექტარით შემოიფარგლება დრენირებული ფართობები 2020 წლის არსებულთან მიმართებაში. მატების უმეტესი ნაწილი განპირობებული იქნება არსებული სარწყავი სისტემების რეაბილიტაციის საფუძველზე. კვლევის დროს შესწავლილი იქნა მიწისქვეშა წყლების მნიშვნელოვანი აუთვისებელი პოტენციალი და შემუშავდა შესაბამისი სარწყავი ღონისძიებები. მიღებული მონაცემების ანალიზის შესაბამისად დადგინდა, რომ არტეზიული მიწისქვეშაწყლების გამოყენების თვალსაზრისით, რეკომენდირებულია, განსაკუთრებითწვეთოვანი მორწყვის ტექნოლოგია, რომელიც ტექნოლოგიური გამოყენების თვალსაზრისით, გაფართოვდება და მოიცავს სარწყავი ფართობის 10%-ს სასურველია 2025 წლისთვის.

8. რეკომენდაციები:

აუცილებელია ქვეყანაში შემუშავდეს ცირკულარული ეკონომიკის სტრატეგია, პროგრამა, ღონისძიებათა ნუსხა, ზოგადად ჩამოყალიბდეს კონცეპტუალური ხედვა. რაშიც მონაწილეობა უნდა მიიღონ პოლიტიკის შემქმნელებმა, ბიზნეს სექტორმა, საფინანსო ინსტიტუტებმა და არასამთავრობო სექტორმა;

- ცირკულარულ ეკონომიკას შეუძლია ჩვენს დღევანდელი, სწორხაზოვანი ცხოვრების წესის შედეგების შერბილება;

- ცირკულარულ ეკონომიკაში ბიზნეს საქმიანობა სხვანაირად აიგება, რესურსების და მასალების მოხმარება უფრო ეფექტიანია, გამოიყენება ახალი გადაწყვეტილებები და მიწოდების ჯაჭვში თანამშრომლობის ახალი ხედვა;
- ცირკულარული ეკონომიკის შექმნა შესაძლებელია მხოლოდ ბაზრის ძალებით, თუმცა ნელი გადასვლის რისკი არსებობს და შესაძლებლობებიც ძვირადღირებული იქნება ამიტომაც, არსებითია სახელმწიფო სექტორის ჩარევა და მხარდაჭერა, რათა გატარდეს მიწოდების შესაძლო დეფიციტის თავიდან აცილების ღონისძიებები;
- ცირკულარულ ეკონომიკაზე გადასასვლელად საჭიროა სისტემის შეცვლა და ყველა მოთამაშის: კომპანიების, მომხმარებლების, კანონმდებლების, აკადემიური წრეებისა და საფინანსო ინსტიტუტების თანამშრომლობა სხვადასხვა დონეზე;
- ცირკულარული ეკონომიკა მოითხოვს ახალ ბიზნეს მოდელებს, სადაც რესურსების კონტროლი და თანამშრომლობა გაძლიერებულია, ასევე შესაძლებელია ისეთი ახალი სტრუქტურების შექმნა, რომელიც მომსახურების გზით პროდუქტების მიწოდების ნაცვლად პროდუქტებზე წვდომას უზრუნველყოფს;
- შემცირდება ქვეყნის დამოკიდებულება იმპორტირებულ სტრატეგიულ რესურსებზე. შეირჩეს დარგები და სექტორები, რომელთა რესურსი იძლევა ამ მოდელის დანერგვისა და ეფექტიანი ფუნქციონირების საშუალებას;
- კომპანიის დაფინანსების ტრადიციულმა გზამ ცირკულარულ მოდელზე გადასვლის მოსურნე ბიზნესს შეიძლება დაბრკოლება შეუქმნას;
- ცირკულარული ეკონომიკა არის ის მოდელი და ის ინოვაციური სქემა, რომელიც თავისი შინაარსობრივი ბუნებით პასუხობს და ფარავს გაეროს ინიციატივით მიღებული მდგრადი განვითარების მიზნების უმეტესობას;
- მომხმარებლები უნდა შეეჩვიონ, რომ პროდუქტები კი არ გადაყარონ, არამედ ციკლში შეინარჩუნონ, ხოლო პროდუქტების ქონა პროდუქტების მოხმარებით ჩაანაცვლონ.
- საბიუჯეტო სახსრების ხარჯვის რეგულაციები და მეთოდი ცირკულარულ ეკონომიკაზე გადასვლის მსურველი ბიზნესებისთვის შეიძლება დაბრკოლება აღმოჩნდეს, ხოლო ცირკულარულ ეკონომიკაზე გადასვლის ეფექტურად სტიმულირების მოსურნე ხელისუფლებისათვის - გამოწვევა;
- ღირებულებათა ჯაჭვის გასწვრივ თანამშრომლობა ცირკულარულ ეკონომიკაზე წარმატებით გადასვლის მნიშვნელოვანი საწინდარია;
- გადასვლა წარმატებული რომ იყოს, კომპანიის „რისკის“ შეფასება უნდა შეიცვალოს, რადგანაც ცირკულარულ ბიზნეს მოდელში რისკის ხედვა წრფივი ბიზნეს მოდელისაგან განსხვავებულია.
- უმეტეს ორგანიზაციებში დიდი ცვლილების განხორციელებას გარემოს ძირეულად შეცვლა სჭირდება.
- აუცილებელია გათვალისწინებული იქნას, რომ ხშირ შემთხვევაში ცვლილება დროთა განმავლობაში მარცხს განიცდის, რადგანაც ორგანიზაციაში გაბატონებული კულტურა (რწმენა, ხედვა და ქცევა) არათავსებადია იმასთან, რის მიღწევასაც ორგანიზაცია ცდილობს.

ორგანიზაციებმა უნდა შეაფასონ რამდენად არიან მზად და რამდენად აქვთ უნარი და შესაძლებლობა, რომ ცირკულარული ეკონომიკის პრინციპების დანერგვის გზით თავიანთი ახლანდელი მდგომარეობა მათთვის სასურველი სამომავლო მდგომარეობით შეცვალონ. აღნიშნული უნდა მოიცავდეს ცვლილების და იმ ზემოქმედების შეფასებას, რომელსაც იქონიებს ორგანიზაციაზე და მის ღირებულებათა ჯაჭვზე.

9. სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარებისათვის საჭიროა ქვეყანაში წყლის რესურსების მართვის სამართლებრივი საფუძვლების შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის რესურსების დაცვისა და გამოყენების სფეროში ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკის გატარებას, ადამიანის ჯანმრთელობისთვის უსაფრთხო გარემოს შექმნას და ეფექტიანი მართვის პრინციპების შესაბამისად ცირკულარულ ეკონომიკაზე დაყრდნობით წყლის რესურსების დაცვასა და მდგრად გამოყენებას. ქვეყნის სტრატეგიული განვითარების მიზნების შესაბამისად სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის სწორად წარმართვისათვის უნდა ჩამოყალიბდეს წყლის რესურსების მართვის მდგრადი სისტემა, რომელიც:
  - ა) გამორიცხავს წყლის ხარისხის შემდგომ გაუარესებას;
  - ბ) იცავს და აუმჯობესებს წყლის რესურსების მდგომარეობას და წყალზე საჭიროებიდან გამომდინარე, წყლის ეკოსისტემებზე უშუალოდ დამოკიდებული ხმელეთის ეკოსისტემებისა და ჭარბტენიანი ადგილების მდგომარეობას;
  - გ) ხელს უწყობს წყლის რესურსების მდგრად გამოყენებას დღევანდელი და მომავალი თაობების ინტერესებისა და მდგრადი განვითარების პრინციპების გათვალისწინებით;
  - დ) უზრუნველყოფს წყლის რესურსების ინტენსიურ დაცვას და მათი მდგომარეობის გაუმჯობესებას, დამაბინძურებელი ნივთიერებების წყლის ობიექტებში მოხვედრის ან/და ჩაშვების და წყლის დანაკარგების ეტაპობრივი შემცირების და თავიდან აცილებისგზით;
  - ე) ხელს უწყობს მიწისქვეშა წყლების დაბინძურებული ან დაბინძურების რისკის ქვეშ მოქცეული ზონების განსაზღვრას, დაბინძურების ეტაპობრივ შემცირებას და შემდგომი დაბინძურებისგან დაცვას;
  - ვ) იცავს ფიზიკურ და იურიდიული პირების უფლებებსა და კანონიერ ინტერესებს წყლის რესურსების დაცვისა და გამოყენების სფეროში. მდგრადობის შენარჩუნებისათვის მოქმედი სამართლებრივი ბაზა უნდა განსაზღვრავდეს წყლის რესურსების დაცვის და წყლის რესურსებით სარგებლობის ძირითად პრინციპებს, ის უნდა არეგულირებდეს სამართლებრივ ურთიერთობებს: ფიზიკურ პირებს - წყალმომხმარებლებსა და სახელმწიფო სტრუქტურებს შორის ბუნებრივი რესურსების სარგებლობის სფეროში. ასევე ყურადღება უნდა მიექცეს ზედაპირულ და მიწისქვეშა მტკნარ წყლებს და მათი გამოყენების დაცვით ზონებს.
10. ბუნებრივი რესურსებით სარგებლობა მნიშვნელოვან დანახარჯებს ითხოვს და მისი ოპტიმალური გამოყენება განსაზღვრავს სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის ეკონომიკურ მხარეს. ქვეყნისათვის მნიშვნელოვანია არსებული ბუნებრივი რესურსების ეკონომიკური ეფექტიანი მართვა, განსაკუთრებით სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის შედეგად წარმოქმნილი ნარჩენების გადამუშავება და უტილიზაცია. ეკოლოგიური თვალსაზრისით ეკონომიკური საქმიანობისათვის ასევე მნიშვნელოვანია ნარჩენების მიმართ პასუხისმგებლობის საკითხის განსაზღვრა, დარგის

წრფივი ეკონომიკიდან ცირკულარულ ეკონომიკურ განვითარებაზე გადასვლა და მართვის ახალი ეკონომიკური მოდელების გამოყენება.

11. ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე პროცესები მკაცრად კოორდინირებულია, რაც უზრუნველყოფს მის შედარებით სტაბილურობას. ანატომიურ-ფიზიოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინება ხელს უწყობს დაავადების გავრცელების სიხშირის მიზეზების დადგენას, დაავადების კურსის თავისებურებების განსაზღვრას და გენდერული განსხვავებების მოქმედებას პათოგენეტიკურ მექანიზმებზე. ფუნქციური სისტემის ორგანოების ანატომო-ფიზიოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინება საბოლოოდ ხელს შეუწყობს პათოგენური მექანიზმების სწორ შეფასებას და ადექვატური თერაპიული და სარეაბილიტაციო მოქმედებების განხორციელებას, რაც უნდა იყოს გათვალისწინებული დიპლომის შემდგომი სამედიცინო განათლების პროგრამებში.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. გ. გავარდაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ირემაშვილი, ნ. გავარდაშვილი.
2. იორდანიშვილი ი., ირემაშვილი ი., მღებრიშვილი მ., ქუფარაშვილი ი., ნატროშვილი გ., ფოცხვერია დ., კანდელაკი ნ., ბილანიშვილი ლ.;
3. Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З., Дадანი К.З.;
4. შ. კუპრეიშვილი, პ. სიჭინავა, თ. სუპატაშვილი
5. თ. სუპატაშვილი, შ. კუპრეიშვილი, მ. შავლაყაძე, პ. სიჭინავა
6. მ. ვართანოვი, ე. კეჩხოშვილი, პ. სიჭინავა
7. ოდილავაძე თ., ლოისკანდლი ვ., ბზიავა კ., ირემაშვილი ი., დენისოვა ი., ჰიმელბაუერი მ.

#### 2) მოხსენების სათაური

1. თოვლის ზვავის ინოვაციური კონსტრუქციის დაპროექტებისათვის მეთოდოლოგიის დამუშავება
2. წყალსაცავების დაცლის და შევსების დროის განსაზღვრა;
3. Коэффициент точности при определении водно-физических свойств почвогрунтов;
4. კლიმატის ცვლილების ფონზე კოლხეთის დაბლობის მდინარეებში კალაპოტურ პროცესებზე მოქმედი ფაქტორების შესწავლა;
5. საწარმოო ნარჩენების უტილიზაციის პრობლემები და მათი როლი გარემოს დაბინძურებაში
6. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვის ეკონომიკური ეფექტურობის გამოთვლის დაზუსტება;
7. ნიადაგში წყლისა და ორთქლის მასის ერთობლივი გადაადგილების ზოგიერთი თავისებურებანი

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 25-27 ივლისი, 2021 წ., თბილისი
2. 25-27 ივლისი, 2021 წ., თბილისი
3. 25-27 ივლისი, 2021 წ., თბილისი

4. 27 მაისი, 2021 წ. ქ. თბილისი
5. 25-27 ივლისი, 2021 წ., თბილისი
6. 25-27 ივლისი, 2021 წ., თბილისი
7. 25-27 ივლისი, 2021 წ., თბილისი

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

#### 8. უცხოეთში

##### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. Г. Гавардашвили

2. Gavardashvili G.V., Kukhalashvili E.G., Iremashvili I.R.

3. G.Gavardashvili, E. Kukhalashvili, T. Supatashvili, I. Iremashvili, I. Qufarashvili, K. Bziava, G.Natroshvili

4. G. Chakhaia, S. Gogilava, L. Tsulukidze, Z. Laoshvili, I. Khubulava, S. Bosikashvili, T. Gugushvili - World Academy of Science, Environmental Management, Technology and Engineering Conference July 2021 in.

##### 2) მოხსენების სათაური

1. Инновационное Биоинженерное Мероприятие Для Регулирования Водной Эрозии Почв С Учетом Изменения Климата
2. Study of the Mathematical Model of Snow Avalanche Kobi-Gudauri Section of the Georgian Military Road on Sensitive Areas. Science and Society, Patterns and Trends of Development.
3. Estimation of Breaking Risks of Zhinvali Earth Dam Taking into Consideration the “Capra”
4. Treatment of the Modern Management Mechanism of the Debris Flow Processes Expected in the Mletiskhevi.

##### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 23 - 29 ავგუსტ, 2021, Иркутск, Россия,
2. March 30-April 02. 2021, Vienna, Austria
3. 7-8 October, 2021, Brest, Belarus
4. 19-20 ივლისი, 2021, პარიზი, საფრანგეთი

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

4. განხორციელებული კვლევის მიზანია მლეთისხევის ღვარცოფსადინარში მოსალოდნელი ეროზიული და მეწყრული გენეზისის ღვარცოფული მოვლენების კომპიუტერული მოდელირება და პროგნოზირება. ზემოაღნიშნული მიზნის მისაღწევად, ღვარცოფის მოდელირებისათვის გამოყენებულ იქნა კომპიუტერული პროგრამა RAMMS, რომლის ფუნქციონირებისათვის

გამოვიყენეთ მლეთისხევის DEM (Digital Elevation Model), გარდა ამისა განისაზღვრა RAMMS-ში შესაყვანი პარამეტრები.

კომპიუტერული პროგრამა RAMMS-ით განხორციელებული მოდელირების შედეგად განისაზღვრა მლეთისხევის წყალშემკრებ აუზში მოსალოდნელი ღვარცოფის საპროგნოზო მახასიათებლები: სიმაღლე, სიჩქარე, დაწნევა და გამოტანილი მასის მოცულობა, ასევე დადგინდა ღვარცოფის რისკის ზონები, სადაც მოხვდა 3 სახლი, სასოფლო-სამეურნეო ნაკვეთები, წმინდა გიორგის სახელობის ეკლესია და საავტომობილო ხიდი, რის გამოც სასწრაფოდ არის გასატარებელი ღვარცოფსაწინააღმდეგო ეფექტური ღონისძიებები მლეთისხევიში მოსალოდნელი ღვარცოფის რისკის მინიმუმამდე დასაყვანად.

## მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

### 2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. მემბრანული მეცნიერებებისა და ინდუსტრიის სასწავლო, სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის თანამედროვე ასპექტების მონიტორინგი ეკონომიკის დარგობრივი მიმართულებების მიხედვით; საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები;

2. ახალი ნანოკომპოზიციური მასალების ექსპერიმენტული კვლევა, დამუშავება, -მიკრო, -ულტრა და ნანოფილტრაციული მემბრანების დამუშავება და შექმნა; ქიმიკა და მეცნიერება მასალების შესახებ-ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავება;

3. ცვალებადი შედგენილობისა და სიბლანტის ხსნარებისათვის ბარომემბრანული პროცესების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა; 1. საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები; 2. ქიმიური მეცნიერებები-კოლოიდური ქიმიკა, ანალიზური ქიმიკა; 3. მექანიკა-სითხეთა მექანიკა.

4. საცდელ-საკონსტრუქტორო-საინჟინრო სამუშაოები მემბრანული აპარატების, ავტომატიზაციის, ნანოტექნოლოგიებისა და დანადგარების დამუშავებისათვის; 1. საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები; 2. მექანიკა-სითხეთა მექანიკა.

5. ხსნარების, პოლიმერული კომპოზიციების თხევადი და მყარი ფაზის ფიზიკურ-ქიმიური და მიკრობიოლოგიური კვლევები; ქიმიკა და მეცნიერება მასალების შესახებ-ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება;

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2021 - 2026
2. 2021 - 2026
3. 2021 - 2026
4. 2021 - 2026
5. 2021 - 2026

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. გ. ბიბილიეშვილი - ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.
2. ნ. გოგესაშვილი - ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.
3. მ. კუქერაშვილი - ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.
4. ლ. ყუფარაძე - ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.
5. ლ. ებანოიძე - ხელმძღვანელი;
  - მ. მამულაშვილი - I მიმართულების ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.
  - თ. ბუთხუზი - II მიმართულების ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.
  - ლ. ებანოიძე - III მიმართულების ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.

**კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**პროექტი I.**

1.1 პროექტის დასახელება:

მემბრანული მეცნიერებებისა და ინდუსტრიის სასწავლო, სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის თანამედროვე ასპექტების მონიტორინგი ეკონომიკის დარგობრივი მიმართულების მიხედვით; მემბრანული მეცნიერებები

(მემბრანული პროცესების კვლევისა და ნანოტექნოლოგიების დამუშავების განყოფილება)

პროექტის ხანგრძლივობა:

ექვსი წელი, 2021-2026 წ. წ.

მიმართულება I 2021-2026 წ. წ.

მიმართულება II 2021-2026 წ. წ.

მიმართულება III 2021-2026 წ. წ.

2021 წელი.

ეტაპი I (1-6თვე)

**მიმართულება I**

პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა, ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში. სათანადო ტექნოლოგიური სტანდარტის დამუშავება.

მოსალოდნელი შედეგები

დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის ტექნოლოგიური სტანდარტი (მიკროფილტრაციული მემბრანები, მემბრანული აპარატები). ჩატარდება სემინარი, ვორკშოპი.

მზარდი გავლენა ადამიანის ტექნოგენური ზემოქმედებისა გარემოზე დაკავშირებული სასმელი წყლის პრობლემის სერიოზულ გამწვავებასთან, რომელმაც მიიღო გლობალური ხასიათი. წყლის მარაგების დაჭუჭყიანებამ ერთის მხრივ მიგვიყვანა მათ გამოლევასთან ხოლო მეორეს მხრივ მათი ხარისხის მკვეთრ გაუარესებასთან. წყალსაცავების სულ უფრო მზარდი გადატვირთვა სხვადასხვა დაჭუჭყიანებული ჩამდინარე წყლებით აღემატება წყლების თვითგაწმენდის პროტენციალურ შესაძლოებლობას, ირღვევა ბუნებაში ბიოლოგიური წონასწორობა. წყლის წყაროების მარტივმცველობის ზრდა იწვევს არა მარტო ეკონომიკის განვითარების შენელებას, არამედ მოქმედებს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზეც.

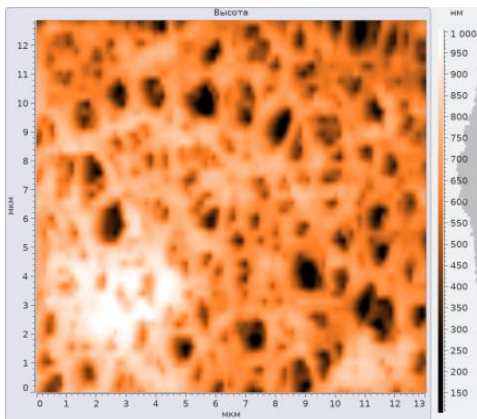


თანამედროვე კვლევებმა გააფართოვეს ჩვენი წარმოდგენა “წყლის ფაქტორის” გავლენაზე ადამიანის დაავადებებზე, მისი პოპულაციის გენოფონდზე. იმისაგან თუ რას ვსვამთ დამოკიდებულია არა ერთი თაობის ჯანმრთელობა. უხარისხო სასმელი წყალი 30%-ით აჩქარებს დაბერების პროცესს. მსოფლიოს ჯანმრთელობის დაცვის ორგანიზაციის მონაცემებით 80% ყველა ავადმყოფობისა დედამიწაზე გამოწვეულია ჭუჭყიანი გაუსუფთავებელი სასმელი წყლით და რომ ყოველი ხუთი ადამიანიდან სამი მოკლებულია შესაძლებლობას მიიღოს სუფთა სასმელი წყალი. მაგალითად მსოფლიოში მოსახლეობის მხოლოდ 1% სვამს ნორმალური ხარისხის წყალს, ხოლო აშშ, სპეციალური გაანგარიშებების თანახმად, უხარისხო სასმელი წყლიდან გამოწვეული ზარალი ყოველწლიურად შეადგენს 19,5 მილიარდ დოლარს. დღეს მსოფლიოში 500 მლნ. ადამიანი გამუდმებით არის ავად ინფექციური დაავადებებით, რომელთა გამომწვევი მიზეზია ისევ სასმელი წყლის დაბალი ხარისხი. წყლების დამუშავების ტრადიციულმა ტექნოლოგიებმა ამაჟამად მიაღწიეს თავის ზღვარს მათი შემდგომი ოპტიმიზაციისა და წარმოების გაზრდილი მოთხოვნების მიმართ ადაპტაციის თვალსაზრისით. ამასთან დაკავშირებით უკვე დღეს შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ 21-ე საუკუნე მეტწილად დაეთმობა ეკოლოგიურად უსაფრთხო, და რაც მთავარია მცირედანახარჯიან, ეკონომიურად და ტექნოლოგიურად დასაბუთებულ მასალებისა და ნივთიერებების გადამუშავების პროცესებს.

მემბრანები, მემბრანული აპარატები და მემბრანული ტექნოლოგიები თამაშობენ მნიშვნელოვან როლს კაცობრიობის წინაშე მდგარი გლობალური პრობლემების გადაწყვეტაში: მოსახლეობის უზრუნველყოფა ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებითა და სასმელი წყლით, ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტაში, სათბომ-ენერგეტიკული რესურსებით უზრუნველყოფაში, კვებისა და მეორადი რესურსების გამოყენებაში.

მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის ტექნოლოგიური სტანდარტის დამუშავებისათვის გამოყენებულია მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტში შექმნილი მიკროფილტრაციული მემბრანები, ლაბორატორიული და საწარმოო დანადგარები, რომელთა სურათები და პრინციპული სქემა მოყვანილია ქვემოთ. სურათზე 1 ნაჩვენებია მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავების განყოფილებაში შექმნილი და ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის ლაბორატორიის მასკანირებელ ზონდურ მიკროსკოპით აღბეჭდილი მემბრანები. სურათებზე 2 და 3 ნაჩვენებია მემბრანული პროცესების კვლევისა და ნანოტექნოლოგიების დამუშავების განყოფილებაში შექმნილი მემბრანული ლაბორატორიული და საწარმოო დანადგარები. ნახაზზე 1 მოყვანილია მემბრანული ლაბორატორიული და საწარმოო დანადგარების პრინციპული სქემა, რომელიც შედგება:

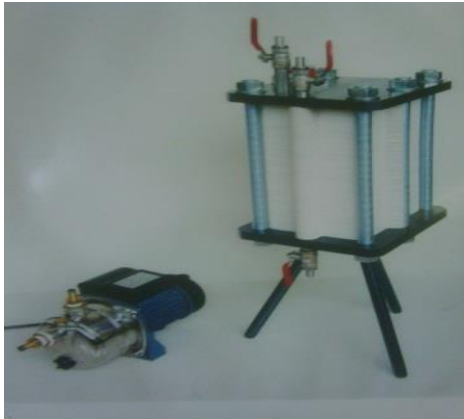
1-საცირკულაციო ავზი; 2-0,1-3,5 ატმ. წნევის ტუმბო; 3-მემბრანული აპარატი; 4-მემბრანული აპარატის ფილტრატის მილი; 5-აპარატის ზედა მილტუჩის გამოსასვლელი გარე ხრახნი; 6-აპარატის ქვედა მილტუჩის შესასვლელი გარე ხრახნი; 7-საცირკულაციო ავზის დასაცლელი სარქველი; 8-ფილტრატის სარქველი; 9-საცირკულაციო ნაკადის სარქველი მანომეტრით; I, II, III და IV- შემაერთებული არმატურა.



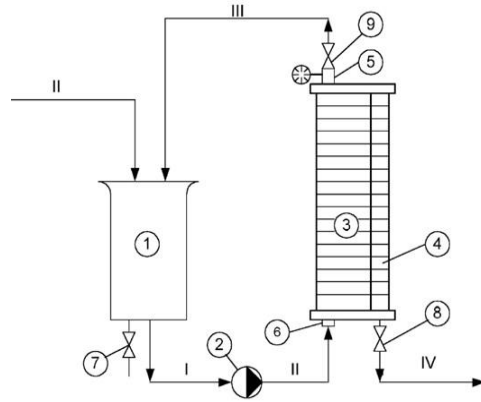
სურათი 1. 0,45მკმ მემბრანა



სურათი 2. მემბრანული ლაბორატორიული დანადგარი



სურათი 3. მემბრანული საწარმოო დანადგარი



ნახ.1 მემბრანული დანადგარის პრინციპული სქემა

ცხრილში 1 მოყვანილია 0,2მკმ, 0,45მკმ, და 1,2მკმ ფორის ზომის მემბრანებზე დამუშავებული 10°C, 20° C , 30°C, 40°C მტკნარი წყალი და მისი ასიმპტოტური ხვედრითი წარმადობები.

ცხრილი 1. მემბრანის ხვედრითი წარმადობა მტკნარი წყლის ტემპერატურის გრადიენტის და სიბლანტის მიხედვით

მემბრანის ფორა, მკმ		0,2	0,45	1,2
ტემპერატურა, t°C	სიბლანტე, მკა/წმ (სკ)	მემბრანის ხვედრითი წარმადობა, ლ/მ <sup>2</sup> სთ		
10	1,308	1100	2200	6400
20	1,005	1400	2800	6800
30	0,8007	1700	3300	7200
40	0,6560	2000	3700	7700

ჩატარდა სემინარი თემაზე: ბარომემბრანული პროცესების თეორიული კვლევა, ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში.

ჩატარდა ვორკუპი თემაზე: მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტში შექმნილი მიკროფილტრაციული მემბრანებითა და მემბრანული აპარატებით მიკროფილტრაციული პროცესის დემონსტრირება-შესწავლა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის.

**მიმართულება II**

ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესისათვის ადგილობრივი და საერთაშორისო საპატენტო - ნამუშევრების მოძიება და ანალიზი.

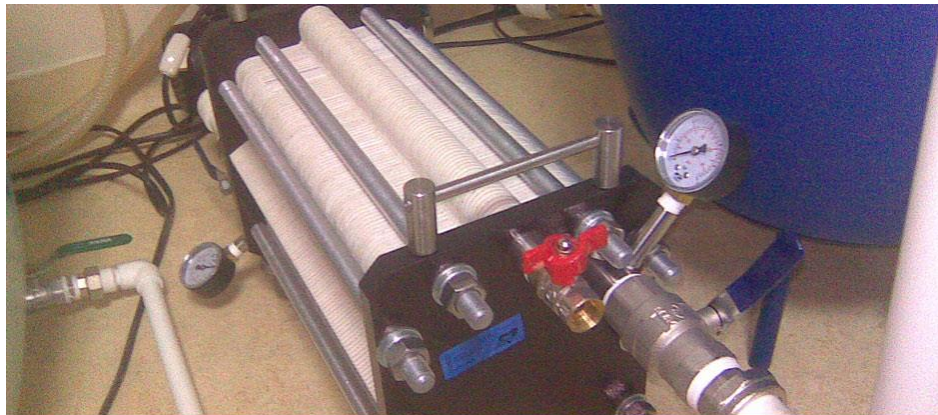
მოსალოდნელი შედეგები

ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესისათვის ადგილობრივი და საერთაშორისო საპატენტო - საძიებო ველის ანალიზი და ფორმირება. ჩატარდება სემინარი.

მეცნიერებისა და ტექნიკის პრიორიტეტულ მიმართულებათა შორის, რომლებიც უზრუნველყოფენ საზოგადოების მდგრად და დინამიურ განვითარებას, განსაკუთრებული ადგილი მიეკუთვნება პროცესებს, რომლებიც გარდა პირდაპირი ზემოქმედებისა ადამიანის მოღვაწეობის სხვადასხვა სფეროში პრობლემების გადაწყვეტაზე, ასრულებენ მრავალ დარგთაშორისო ფუნქციებს, უზრუნველყოფენ რა ამით საჭირო ტექნიკურ დონეს კვების მრეწველობაში, მედიცინაში, ჯანმრთელობის დაცვაში, კავშირგაბმულობაში და სხვა.

თითოეულ პრიორიტეტულ მიმართულებაში შეიძლება გამოიყოს კრიტიკული ტექნოლოგიები, რომლებიც წარმოადგენენ მრავალი ტექნოლოგიური სფეროს ან კვლევებისა და დამუშავების განვითარების საფუძველს. ასეთ ტექნოლოგიებს პირველ რიგში მიეკუთვნება მემბრანული ტექნოლოგია, რადგან იგი წარმოადგენს ათეულობით კრიტიკული ტექნოლოგიების რეალიზაციის ინსტრუმენტს.

80-იანი წლების მეორე ნახევრიდან დღემდე მემბრანული მეცნიერება და ტექნოლოგია განიხილებოდა როგორც პრიორიტეტული მიმართულება, რამაც მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტში საშუალება მოგვცა გადაგვეჭრა რიგი საკითხები მემბრანული გაყოფის სფეროში, შეგვექმნა პრინციპულად ახალი მემბრანული ელემენტები, მოდულები, დანადგარები და მემბრანული ნანოტექნოლოგიები, რომლებიც დაცულნი არიან 14 შესაბამისი პატენტით, მათ შორის 2 ევროპული პატენტით. შექმნილია, დამზადებულია და დანერგულია სხვადასხვა დანიშნულების 70-მდე მემბრანული ნანოსისტემა კვების, ფარმაცევტული და წყალმომარაგების სამრეწველო დანიშნულების საწარმოებისათვის, მათ შორის 9-ნანოსისტემა განთავსებულია საზღვარგარეთ.



შ.პ.ს. „ავერსის კლინიკაში“ დამონტაჟებული თანგენციალური ფილტრაციის მემბრანული აპარატი

### Tangential filtration membrane unit installed in “Aversi Clinic” LTD

სურათი 4. შ.პ.ს. ავერსის კლინიკაში დამონტაჟებული მტკნარი წყლის ტანგენციალური ფილტრაციის მემბრანული დანადგარი

ჩატარდა სემინარი თემაზე: მემბრანული მეცნიერება და ტექნოლოგია როგორც თანამედროვეობის პრიორიტეტული მიმართულება.

### მიმართულება III

ბარომემბრანული (მიკროფილტრაცია) პროცესის ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების ჩატარების გზით დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული პროგრამა და ხელსაწყო პროექტი.

მოსალოდნელი შედეგები

დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევისათვის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა და ხელსაწყო პროექტი. ჩატარდება სემინარი, ვორკშოპი.

მემბრანულ პროცესებს ხსნარების დამუშავების ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით გააჩნიათ მნიშვნელოვანი უპირატესობები: ხსნარების საწყისი თვისებების მაქსიმალური შენარჩუნება და რიგ შემთხვევებში მათი გაუმჯობესება, ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის მიღება, ტექნოლოგიური სქემებიდან თბური დამუშავების გამორიცხვა (ცივი სტერილიზაცია), ეკოლოგიური სისუფთავე (მცირე და უნარჩანო ტექნოლოგიების შექმნა ძვირფასი ნარჩენების უტილიზაციითა და წყალმომარაგების შეკრული ციკლით), ტექნოლოგიური და ტექნიკური გაფორმების შედარებით სიმარტივე, მცირე გაზარიტები.

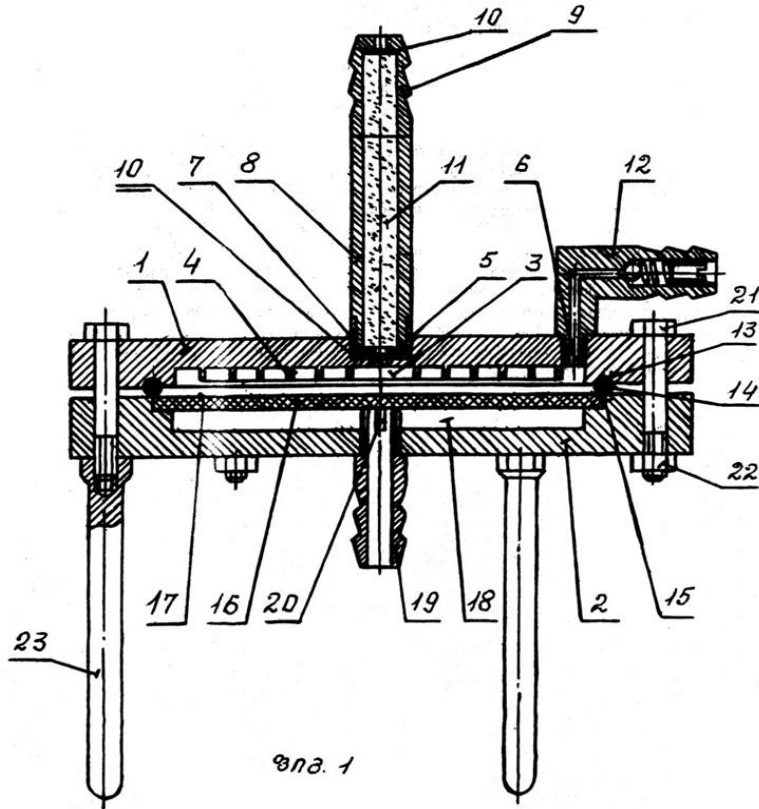
მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევისათვის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა და უჯრედოვანი, ლაბორატორიული ტიპის მემბრანული ხელსაწყო პროექტი.

ნახაზზე 2 გამოსახულია სხვადასხვა სითხეების დასამუშავებლად, ბარომემბრანული პროცესების კვლევის უჯრედოვანი მემბრანული ხელსაწყო (პატენტი 262), რომელშიც შესაძლებელია როგორც ჩიხური, ასევე საციკულაციო ფილტრაციის რეჟიმის განხორციელება.

დანადგრის ძირითად ელემენტს წარმოადგენს ზედა 1 და ქვედა 2 დისკოები. ზედა დისკოს 1 ქვედა მხარე წარმოადგენს მუშა საკანს 3. ამ მხრიდან დისკოს 1 აქვს ერთმანეთისადმი კოაქსიალურად განლაგებული წრიული შვერილები 4. ყველა წრიული შვერილის 4 სიმაღლე ერთმანეთის ტოლია და მუშა საკნის 3 სიმაღლეზე 0,01 . . . 1 მმ-ითაა ნაკლები. ზედა დისკოს 1 აქვს ორი ხვრელი 5 და 6. ხვრელი 5 განლაგებულია ცენტრალური წრიული შვერილის 4 შიგნით. ამ ხვრელიდან 5 გამამკვრივებელი სადების 7 გავლით, დახრახნილია ცილინდრი 8. ცილინდრზე 8 განლაგებულია დასამუშავებელი სითხის შემომყვანი შტუცერი 9. ცილინდრისა 8 და დისკოს 1 შორის მოთავსებულია წვრილი ბადე 10. ცილინდრი 8 დისკოზე 1 დახრახნის შემდეგ ქმნის მოცულობას 11, რომელიც ქვედა მხრიდან შემოსაზღვრულია წვრილი ბადით 10. ხოლო ზედა მხარეს აქვს ანალოგიური წვრილი ბადე 10, რომელიც სერავს შტუცერის 9 ნახვრეტს. მიღებული მოცულობა 11 შევსებულია გამფილტრავი მასალით, მაგალითად, სხვადასხვა ზომის პოლისულფონის გრანულირებული მასალით და ა.შ. ზედა დისკოს 1 მეორე ხვრელი 6 განლაგებულია მუშა საკნის 3 შიგა კედლისა და გარე შვერილს 4 შორის. ამ ხვრელში 6 ჩახრახნილია გამწმენდ-სარეგულირებელი სარქველი 12. მუშა საკნის 3 გარეთა მხრიდან ზედა დისკოს 1 აქვს ღარი 13, რომელშიც განლაგებულია წრიული სადები 14, დამზადებული, მაგალითად, რეზინისაგან.

ქვედა დისკოს 2 აქვს წრიული ჩაღრმავება 15, რომლის სიღრმეც ტოლია საყრდენი დრენაჟის სისქისა. ამ ჩაღრმავებაში 15 მოთავსებულია საყრდენი დრენაჟი 16, რომლის ზედაპირზეც დაფენილია ფილტრი 17. ქვედა დისკოს 2 წრიული ჩაღრმავების 15 დიამეტრი ტოლია საყრდენი დრენაჟის 16 გარე დიამეტრისა. ამასთან, წრიული ჩაღრმავების 15 და დრენაჟის 16 გარე დიამეტრი ტოლია წრიული სადების 14 ღერძის ხაზის დიამეტრისა. დრენაჟის 16 ქვემოთ, ქვედა დისკოში, მოთავსებულია მეორე ჩაღრმავება, რომელიც წარმოადგენს ფილტრატის საკანს 18. ქვედა დისკოში 2 ჩახრახნილია დამუშავებული სითხის გამომყვანი შტუცერი 19. იგი ზედა ნაწილში დაგრძელებულია ფილტრატის საკნის 18 სიმაღლის ტოლი სიდიდით. შტუცერის 19 დაგრძელებულ ნაწილს მთელ სიგრძეზე აქვს რადიალური ჭრილები 20.

ზედა 1 და 2 დისკოები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჭანჭიკებით 21 და ქანჩებით 22. სამი ქანჩი შეცვლილია დასაყრდენი სადგარით 23, რომლებზეც დგას მოწყობილობა.



ნახ. 2 უჯრედოვანი, ლაბორატორიული ტიპის მემბრანული ხელსაწყო

ბარომემრანული პროცესების კვლევის უჯრედოვანი მემბრანული აპარატი მუშაობს შემდეგნაირად. დასამუშავებელი სითხე, მაგალითად, წყალი, შტუცერის 9 საშუალებით მიეწოდება ცილინდრში 8. აქ სითხე თავდაპირველად გაივლის წვრილ ბადეს 10 და შემდეგ მოხვდება გამფილტრავი მასალით შევსებულ მოცულობაში 11. ამ მოცულობის 11 გავლის დროს დასამუშავებელი სითხე იწმინდება მსხვილი ნაწილაკებისაგან (50-დან 200 მკმ.-მდე). მსხვილი მექანიკური მინარევებისაგან განთავისუფლებული, დასამუშავებელი სითხე ხვრელის 5 გავლით მოხვდება საკანში 3 და გადაადგილდება ფილტრის 17 ზედაპირზე. სითხის საკნიდან 3 გარეთ გამოსვლას ხელს უშლის წრიული სადები 14. ამიტომ, დასამუშავებელი სითხის ერთადერთი გასასვლელი არის, სარეგულირებელი სარქველის 12 ხვრელი 6. ამ დროს დასამუშავებელი სითხე მოძრაობს ფილტრის 17 ზედაპირზე და მიმდინარეობს ფილტრაციის პროცესი. ფილტრში 17 გასული გაწმენდილი სითხე – ფილტრატი, საყრდენი დრენაჟის 16 ხვრელების გავლით ჩაიღვრება ფილტრატის საკანში 18. აქედან, რადიალური ჭრილების 20 გავლით, ფილტრატი გადადის შტუცერის 19 ხვრელში და თავისუფლად გამოდის მოწყობილობიდან. შტუცერის 19 ზედა ნაწილის დაგრძელება ფილტრატის საკნის 18 სიმაღლეზე, საშუალებას გვაძლევს იგი გამოვიყენოთ, როგორც ცენტრალური საყრდენი დრენაჟისათვის 16. შესაბამისად, დრენაჟი 16 დაყრდნობილია თავისი პერიფერიული ნაწილით წრიულად და ამავე დროს აქვს საყრდენი ცენტრში შტუცერის 19 დაგრძელებული ნაწილის სახით. შესაბამისად, მოწყობილობა აღარ საჭიროებს დამატებითი, საყრდენი ბადის გამოყენებას, რაც ამარტივებს კონსტრუქციას და თავიდან გვაცილებს ფილტრატისათვის დამატებითი ჰიდრავლიკური წინაღობის შექმნის აუცილებლობას. შტუცერის დაგრძელებული ნაწილის მთელ სიმაღლეზე არსებული რადიალური ჭრილები 20 კი თავისუფლად ატარებს ფილტრატს საკნიდან 18 შტუცერის 19 შიგა ხვრელში, რითაც უზრუნველყოფს ხელსაწყოს მუშაობას. დანარჩენი, გაუფილტრავი სითხე გადაადგილდება ფილტრის 17 გასწვრივ ნახვრეტიდან 5 გასასვლელისკენ 6. სარეგულირებელი სარქველით 12 ხდება მუშა საკანში წნევის რეგულირება და ასევე გაუფილტრავი სითხის გარეთ გამოყვანა. მოწყობილობაში შვერილების 4 სიმაღლის რეგულირების (0,01-დან 1 მმ-მდე) მეშვეობით, შესაძლებელია სითხის ნაკადის როგორც ლამინარული, ასევე



ტურბულენტური მოძრაობის განხორციელება, რაც ბარომემბრანული პროცესების კვლევის სრულყოფილად ჩატერების საშუალებას იძლევა.

ნახაზზე 2 წარმოდგენილია პროექტის ავტორის მიერ შექმნილი და დაპატენტებული ბარომემბრანული პროცესების კვლევის უჯრედოვანი მემბრანული ხელსაწყო (პატენტი 262) პრინციპული სქემა.

მტკნარი წყლის დამუშავების მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევისათვის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა გულისხმობს: 0,2მკმ, 0,45მკმ და 1,2მკმ ფორის ზომის მემბრანებით 10°C, 20°C, 30°C და 40°C ტემპერატურისა და სათანადო სიბლანტის 1,308 მპა/წმ (სპ), 1,005 მპა/წმ (სპ), 0,8007მპა/წმ (სპ), 0,6560 მპა/წმ (სპ) მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავებისას ტექნოლოგიური სტანდარტების ასპექტების კვლევას საბაკალავრო, სამაგისტრო და სადოქტორო პროგრამების მიმართულებით ცვალებადი წნევის, საცირკულაციო ლამინარული, ტურბულენტური და მათი ჰიბრიდული ნაკადების პირობებში ოპტიმალური რეჟიმული პარამეტრებისა და ასიმპტოტური ხვედრითი მაჩვენებლების ანალიზისათვის.

ჩატარდა სემინარი თემაზე: პროგრამის განხილვა მტკნარი წყლის დამუშავების მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევის შესახებ.

ჩატარდა ვორკშოპი თემაზე: მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავებისას ტექნოლოგიური სტანდარტების ასპექტების კვლევა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტის პროფესორებისა და სტუდენტებისათვის.

## ეტაპი II (7-12თვე)

### მიმართულება I

ბუნებრივი, მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა, ცვალებადი სიმღვრივის და ხსნარში შეტივანარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში (გრანულომეტრიული შედგენილობის კლასიფიკატორი). სათანადო ტექნოლოგიური სტანდარტის დამუშავება.

მოსალოდნელი შედეგები

დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი სიმღვრივის და ხსნარში შეტივანარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის ტექნოლოგიური სტანდარტი. გამოიცემა სტატია, დამუშავდება წლიური ანგარიში.

თანამედროვე სამეცნიერო-კვლევით პრაქტიკაში წყლის სისუფთავის ხარისხის მაჩვენებელს, გარდა მიკრობიოლოგიური და ქიმიური ანალიზისა განსაზღვრავს მასში შემავალი მექანიკურ მინარევები – შეწონილი ნივთიერებები, ლამის მყარი ნაწილაკები, თიხა, წყალმცენარეები, მიკროორგანიზმები, უმარტივესები და სხვა წვრილი ნაწილაკები. დღეისათვის წყალში შეწონილი ნივთიერებების რაოდენობა, დასაშვებ ზღვრებში მკვეთრად მერყეობს, რაც მათი რაოდენობრივი შემადგენლობის არასტაბილურობაზე მიგვითითებს. წყალში შეწონილი მყარი ნაწილაკები ხელს უშლიან სინათლის სხივის გავლას და ამით განისაზღვრება მათი რაოდენობრივი სიდიდე, რასაც წყლის სიმღვრივე ეწოდება. წყლის სიმღვრივე წარმოადგენს სინათლის სხივისა (ტალლის სიგრძე 860 ნმ.) და შეწონილი ნაწილაკების ურთიერთქმედების შედეგს. აბსოლუტურად სუფთა წყალშიც კი მოლექულები იწვევენ გამავალი სხივის მცირედ გაბნევას. ამიტომ არცერთ სითხეს არ გააჩნია ნულოვანი სიმღვრივე. თუ სითხეში არის შეწონილი მყარი ნაწილაკები, მაშინ სიმღვრივის მაჩვენებელი დამოკიდებული იქნება როგორც, ნაწილაკების ზომის, ფორმისა და შემადგენლობისა, ასევე სინათლის ტალლის სიგრძეზე. წყლის სიმღვრივის მაჩვენებელი ერთმნიშვნელოვნად მიუთითებს მის ხარისხზე.

წყალმომარაგების მეურნეობაში სიმღვრივის მატება შეიძლება გამოწვეული იყოს წვიმების, წყალდიდობებისა და სხვა ბუნებრივი მოვლენებით. როგორც წესი ზამთარში, წყალსატევებში სიმღვრივის მაჩვენებელი მინიმალურია, ხოლო მაღალი გაზაფხულზე და ზაფხულში წვიმების დროს. უნდა აღინიშნოს, რომ წყლის გამჭვირვალობაზე გავლენას ახდენს არა მარტო სიმღვრივე, არამედ მისი ფერიც. აწეული სიმღვრივის პირობებში უარესდება არამარტო მისი ვიზუალური სახე, არამედ მკვეთრად მატულობს

ბაქტერიოლოგიური დაქუჩიანება, ვინაიდან სიმღვრივე იცავს ბაქტერიებსა და მიკროორგანიზმებს ულტრაიისფერი და სხვა ნებისმიერი სადიზინფექციო ღონისძიებისაგან.

წყლის სიმღვრივე განისაზღვრება ფოტომეტრიულად, (ტურბიდომეტრიული – გამავალი სინათლის შესუსტებითა და ნეფელომეტრიული – არეკლილი სინათლის გაბნევის მეთოდით). გაზომვის მნიშვნელობა გამოისახება მგ/დმ კაოლინის სტანდარტული სუსპენზიის გამოყენებისას ან სე/დმ (სიმღვრივის ერთეული დმ–ზე) ფორმაზინის ძირითადი სტანდარტის გამოყენებისას. უკანასკნელის სახელწოდება აგრეთვე არის ფორმაზინის სიმღვრივის ერთეული (ფსე) ან დასავლური ტერმინოლოგიით FTU (Formazine Turbidity Unit). 1FTU = 1ფსე = 1სე/დმ.

უკანასკნელ პერიოდში მსოფლიოში დამკვიდრდა სიმღვრივის გაზომვის ფოტომეტრიული მეთოდიკა ფორმაზინით, რამაც ასახვა ჰპოვა სტანდარტში ISO 702 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის მიერ ჩატარებული სამუშაოების შედეგები საშუალებას იძლევა მემბრანული მიკროფილტრაციის გამოყენებით საწარმოო პირობებში მიღწეული იქნას წყლის გაწმენდა-სტერილიზაციისა და კრისტალური გამჭვირვალობის მაღალი დონე.

მიღებულმა შედეგებმა საშუალება მოგვცა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მიერ შემუშავდეს სასმელი წყლის ახალი სტანდარტი (FTU 0,03 ნაცვლად FTU 0,1), რაც გამოიხატება სიმღვრივის მაჩვენებლის ოპტიმიზაციაში. აღნიშნული სამუშაოების ჩატარებისათვის საჭიროა ISO 7027-ის სტანდარტის შესაბამისი სიმღვრის გასაზომი ფოტომეტრიული ხელსაწყო. ცხრილში 2 წარმოდგენილია შეწონილი ნაწილაკების გრანულომეტრიული შედგენილობა

ცხრილი 2

შეწონილი ნაწილაკების გრანულომეტრიული შედგენილობა

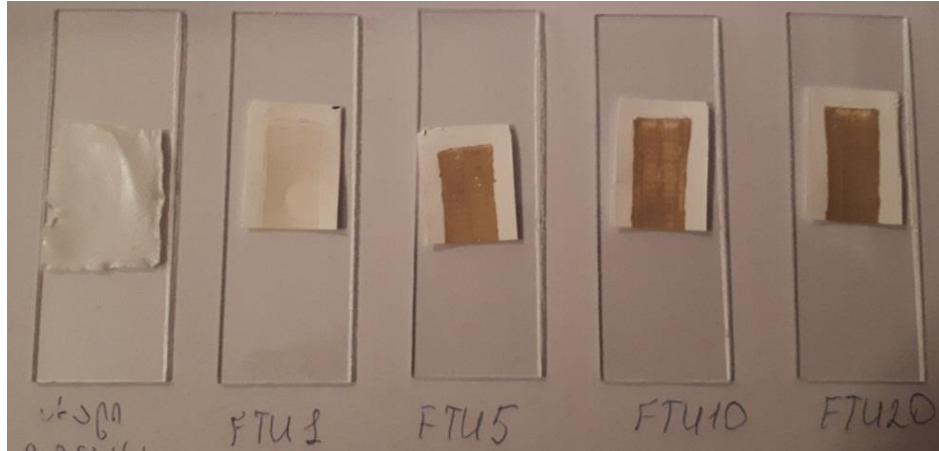
შეწონილი ნაწილაკები	ნაწილაკის ზომა, ნმ	ჰიდრავლიკური სიჩქარე მმ/წმ	ნაწილაკის 1 მ-ზე დალექვის დრო
კოლოიდური ნაწილ.	10-200	$7 \times 10^{-6}$	4 წელი
თიხა (პუდრი)	500-2000	$17 \times 10^{-5} - 7 \times 10^{-4}$	0,5-2 თვე
თიხა	$25 \times 10^3$	$5 \times 10^{-3}$	48 სთ
ლამი	$27 \times 10^3 - 5 \times 10^4$	0,5-1,7	10-30 წთ.
ქვიშა წვრილი	$10^5$	7	2,5 წთ.
ქვიშა საშუალო	$5 \times 10^5$	50	20 წმ.
ქვიშა მსხვილი	$10^6$	100	10 წმ.

ცხრილში 2 მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ბუნებრივ წყლებში შემავალ მაღალმოლეკულურ მინარევებში ყველაზე მცირე ზომები გააჩნიათ კოლოიდური ნაწილაკებს. მათ შორის უმცირესის ზომაა 10 ნმ.

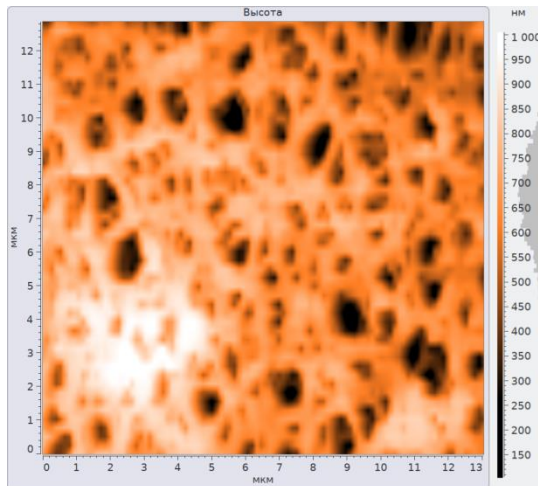
სურათზე 5 ნაჩვენებია 0,45მკმ ფორის ზომის მემბრანაზე გამოხდილი და ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავების შემდეგ გამოყოფილი გრანულომეტრიული დანალექი.

სურათებზე 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის ლაბორატორიაში მასკანირებული ზონდური მიკროსკოპით აღბეჭდილი გამოხდილი და ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მტკნარი წყლის ფილტრაციის შედეგად მიღებული ტოპოგრაფიული რელიეფი.

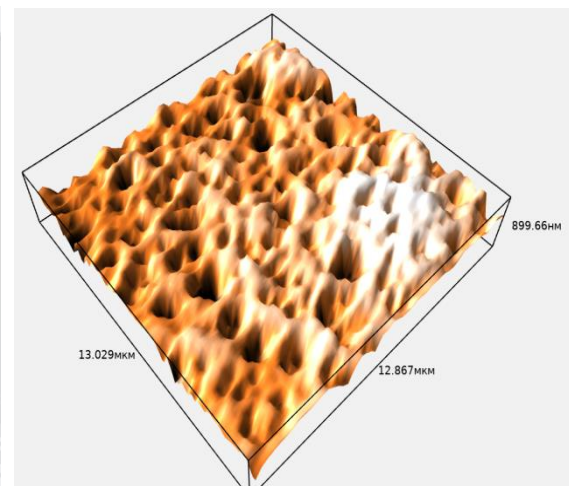
სურათებზე 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 დანაღების ტოპოგრაფიული რელიეფის განსხვავებული მოყვანილობა და სისქე განპირობებულია სიმღვრივის მაჩვენებლის სიდიდით, რაც კონცენტრაციული პოლარიზაციისა და მემბრანული გაყოფის პროცესის დინამიკის არაერთგაროვნებაზე მიანიშნებს.



სურათი 5. 0,45მკმ ფორის ზომის მემბრანა გამოხდილი და ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავების შემდეგ

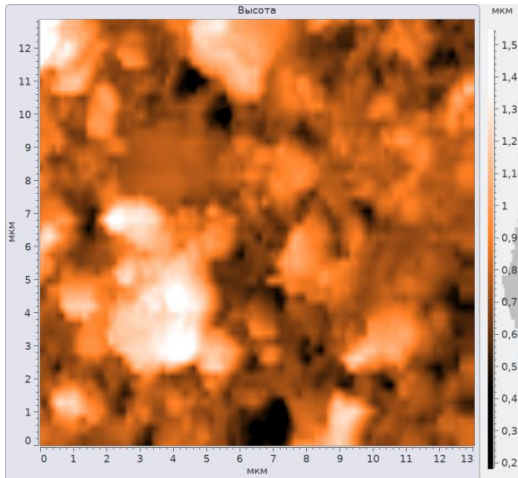


სურათი 6. (2დ) 0,45მკმ მემბრანა გამოხდილი წყლის ფილტრაციის შემდეგ

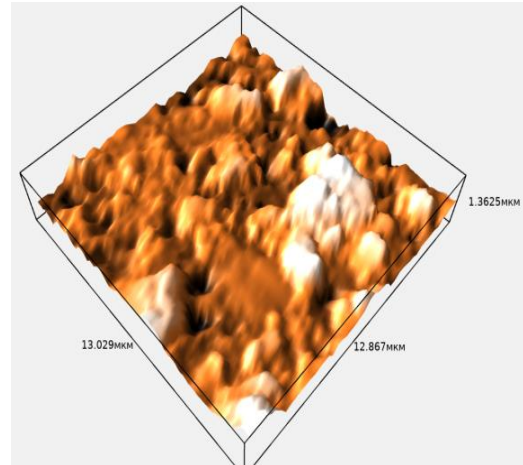


სურათი 7. (3დ) 0,45მკმ მემბრანა გამოხდილი წყლის ფილტრაციის შემდეგ

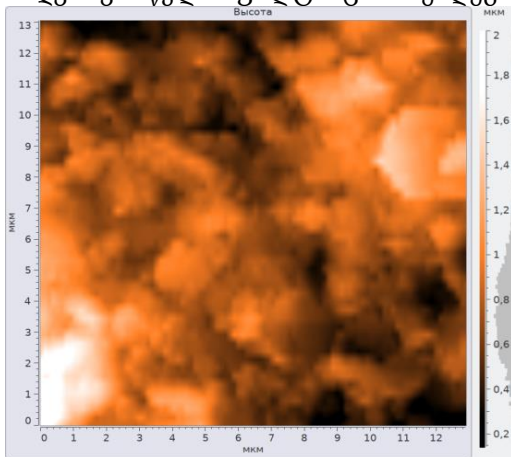




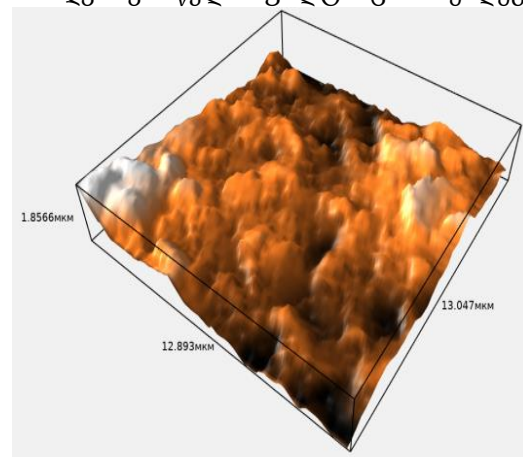
სურათი 8. (2დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU1 სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



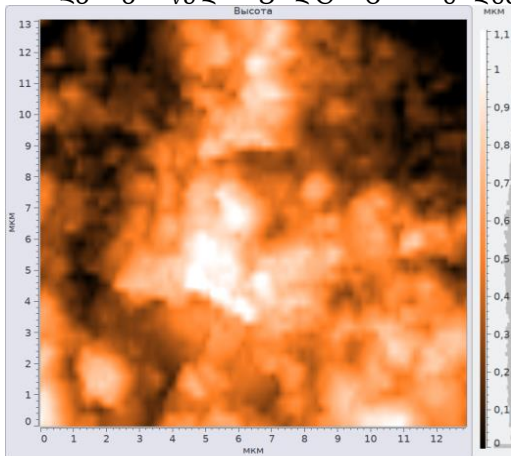
სურათი 9. (3დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU1 სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



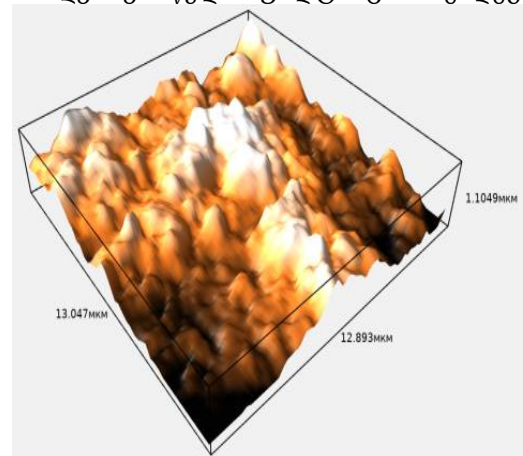
სურათი10. (2დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU5 სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



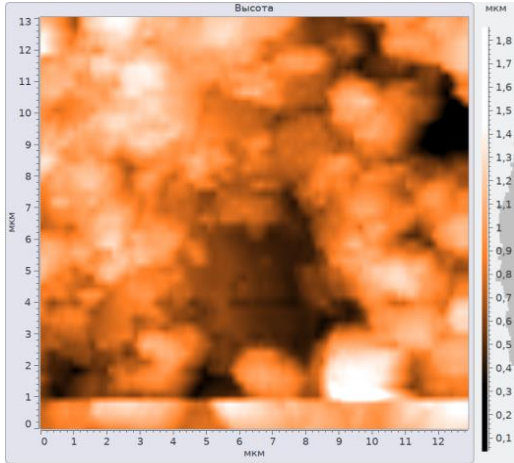
სურათი 11. (3დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU5 სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



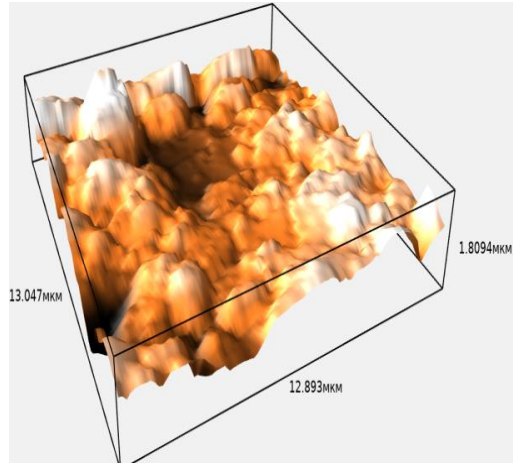
სურათი12. (2დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU10 სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



სურათი 13. (3დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU10 სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



სურათი 14. (2დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU20 სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



სურათი 15. (3დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU20 სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ

ცხრილში 3 მოყვანილია 0,45 მკმ ფორის ზომის მემბრანებზე დამუშავებული გამოხდილი და ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მტკნარი წყლის ასიმპტოტური ხვედრითი წარმადობები.

ცხრილი 3

0,45 მკმ ფორის ზომის მემბრანის ხვედრითი წარმადობა გამოხდილი და ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მაჩვენებლის

		მემბრანის ფორა, 0,45მკმ			
სიმღვრივე, FTU	გამოხდილი წყალი	1	5	10	20
ხვედრითი წარმადობა, ლ/მ <sup>2</sup> სთ	7200	5100	3400	2300	1600

თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების საუბველზე განხორციელდა მემბრანის ახლო სივრცეში „გელის“ შრის წარმოქმნის მექანიზმის ანალიზი და მისი კორელაცია ხვედრითი წარმადობის ასიმპტოტურ მნიშვნელობებთან.

გამოიცა სტატია: ბიბლიეიშვილი გ.ვ., კეჭერაშვილი მ.გ., ებანოძე ლ.ო., ყუფარაძე ლ.პ. - პოლიმერული კომპოზიციის შედგენილობის გავლენა ალიფატური პოლიამიდური მემბრანების მახასიათებლებზე, საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93, გვ.101-103

**მიმართულება II**

ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი სიმღვრივისა და ხსნარში შეტყენარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესისათვის ადგილობრივი და საერთაშორისო საპატენტო ნამუშევრების მოძიება და ანალიზი. მოსალოდნელი შედეგები

ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი სიმღვრივისა და ხსნარში შეტივარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესისათვის ადგილობრივი და საერთაშორისო საპატენტო - სამიეზო ველის ანალიზი და ფორმირება. გამოიცემა სტატია, დამუშავდება წლიური ანგარიში.

აღსანიშნავია მემბრანული ტექნოლოგიების გავლენა კრიტიკულ ტექნოლოგიებზე, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან მიკრო- და ნანოელექტრონიკასთან და ინფორმაციულ-ტელეკომუნიკაციურ სისტემებთან. ეს არის მემბრანული მეთოდებით ქიმიურად სუფთა ნივთიერებების მიღება, ზესუფთა წყლისა და მიკროელექტრონიკაში ზესუფთა არეების შექმნა. იაპონიისა და ჩინეთის ელექტრონული მრეწველობის ე.წ. „დიდი ნახტომი“ მნიშვნელოვნად განპირობებულია მემბრანული ტექნოლოგიის ფართომასშტაბიანი ათვისებისა და გამოყენებით.

ჩატარებულ და მიმდინარე სამეცნიერო-კვლევითი თეორიული და გამოყენებითი სამუშაოების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ჩვენს ქვეყანას გააჩნია ყველა შესაძლებლობები უმოკლეს ვადებში არამარტო გადაწყვიტოს მრეწველობის, პროდუქტების წარმოების, წყალმომარაგებისა და გარემოს დაცვის პრობლემები მემბრანული ტექნოლოგიის ბაზაზე, არამედ გავიდეს მემბრანული ტექნოლოგიებისა და ტექნიკის მსოფლიო ბაზარზე ორიგინალური კონკურენტუნარიანი დამუშავებებით.

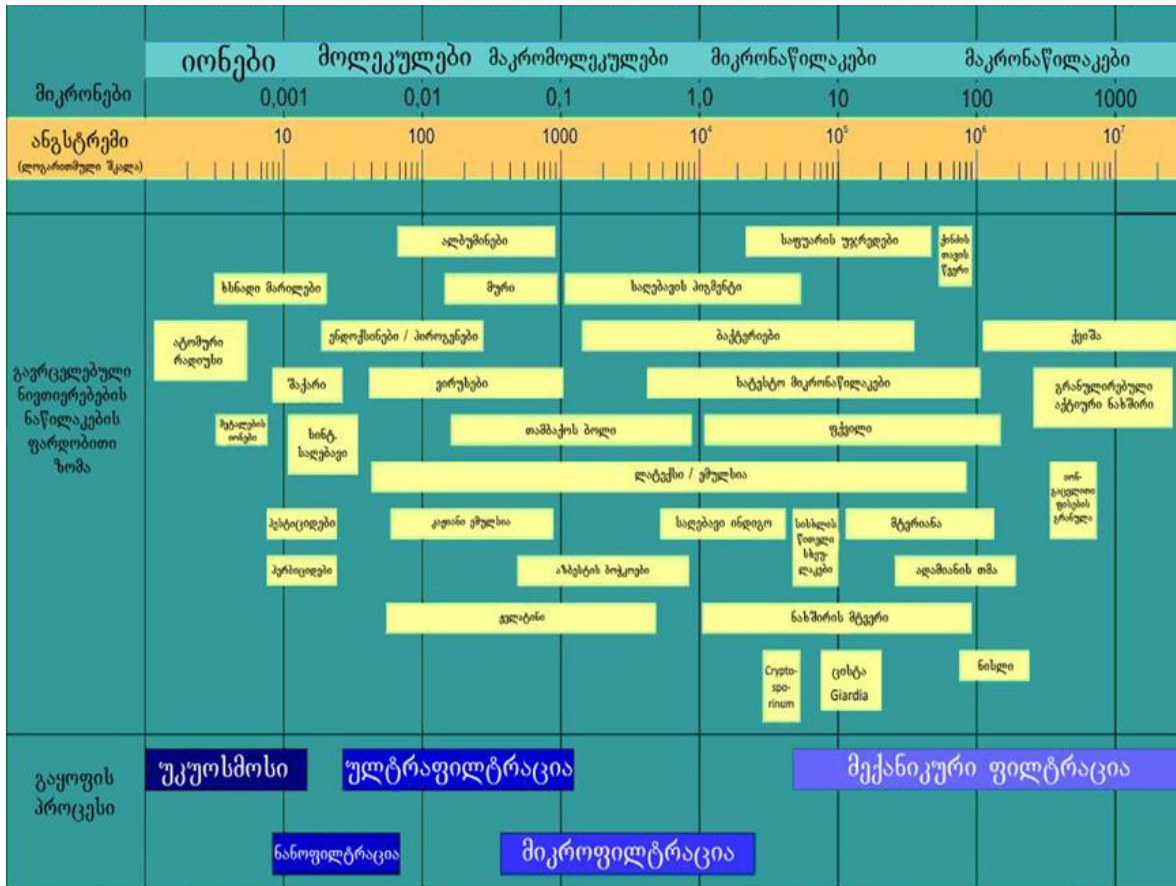
მოდებული მონაცემების საფუძველზე დამუშავებული იქნა ფუნდამენტალური, სამიეზო კვლევებისა და ჩასატარებელი გამოყენებითი სამუშაოების დაწვრილებითი გეგმა მემბრანული მეთოდების, ტექნიკისა და ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავების, შექმნის, ათვისებისა და ამის შედეგად მიღებული მემბრანული ნანოტექნოლოგიებისა და ნანოსისტემების ტექნიკო-ეკონომიური პარამეტრების შემდგომი ოპტიმიზაციის გზები.

ახალი ტექნოლოგიების დამუშავებისთვის ნამუშევარში გათვალისწინებულია მემბრანული პროცესების კვლევების საფუძველზე, ამომწურავი ექსპერიმენტალური მონაცემების მიღება პროცესის ძირითადი სტადიებისა და მთლიანად სქემების ოპტიმალური პარამეტრების შემდგომი შერჩევით; მათ საფუძველზე მათემატიკური მოდელების, ალგორითმებისა და პროგრამების დამუშავება, რომლებიც საშუალებას მოგვცემენ ჩავატაროთ ამა თუ იმ პროცესის (ან მათი კომბინაციის) შერჩევის წინასწარი გათვლები, დავაჩქაროთ ოპტიმალურ პარამეტრებზე გასვლა.

ნამუშევარში დაგეგმილია ჩვენს მიერ შექმნილი ტანგენციალური ფილტრაციის ბრტყლადპარალელური გადამკვეთნაკადიანი მემბრანული აპარატის საფუძვლიანი დახვეწა და მის ბაზაზე, შესაბამისი კონსტრუქციული ცვლილებების განხორციელების საშუალებითა და კონცენტრაციული პოლარიზაციის ხარისხის მინიმუმამდე დაყვანით, ახალი მაღალწარმადოვანი მემბრანული დანადგარების შექმნა.

მემბრანები არიან ტიპური ნანოსტრუქტურები, რომლებიც წარმოადგენენ სამგანზომილებიანი შეკავშირების ან ცალკეულ ნანოფორებს მატრიცულ პოლიმერულ ან არაორგანულ ჩარჩოში. მემბრანების თხელი სელექტიური ფენები (შრები), რომლებიც ძირითადად ფუნქციონირებენ ნანოფორები, ხშირად თვითონ წარმოადგენენ ნანოფენას სისქით 100 ნმ-დე. ცხრილში 4 მოცემულია ბარომემბრანული პროცესების (მიკროფილტრაცია, ულტრაფილტრაცია, ნანოფილტრაცია, უკუოსმოსი) დახასიათება ხაზობრივი სიდიდის, ნივთიერებათა მოლეკულური და გრანულომეტრიული ზომების მიხედვით.

ნივთიერებათა მოლეკულური, გრანულომეტრიული ზომები და სათანადო ბარომემბრანული გაყოფის პროცესები



1 მიკრონი = 10<sup>4</sup> მეტრი  
 1 ანგსტრემი = 10<sup>4</sup> მიკრონი = 10<sup>10</sup> მეტრი

მიკრო - და ულტრაფილტრაციული მემბრანები უზრუნველყოფენ წყლის ეფექტურ გაწმენდას წვრილდისპერსული და კოლოიდური მინარევებისაგან, ორგანული და არაორგანული ნივთიერებებისაგან, წყალმცენარეებისაგან, მაღალმოლეკულური ნივთიერებებისაგან, ერთუჯრედიან მიკროორგანიზმებისაგან, ბაქტერიებისა და ვირუსებისაგან. ამასთან ისინი პრაქტიკულად არ აკავებენ წყალში გახსნილ მარილებს, რაც იძლევა საშუალებას შენარჩუნებული იქნეს ბუნებრივი წყლის მარილოვანი შედგენილობა.

მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავების განყოფილებაში შექმნილია პროექტის 1 ფარგლებში, თეორიული და ექსპერიმენტული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოებისათვის მიკროფილტრაციული პროცესის შესასწავლად და განსახორციელებლად, მემბრანები ფორის ზომით 0,2მკმ, 0,45მკმ და 1,2მკმ, რომელიც გამოქვეყნებულია სტატის სახით. სტატია-ბიბლიეიშვილი გ.ვ., გოგესაშვილი ნ.ნ., კეყერაშვილი მ.გ., მამულაშვილი მ.ა., ებანოიძე ლ.ო., - პოლიეთერსულფონების მემბრანული აკვების მორფოლოგიური თვისებების კვლევა ორგანული დანამატების გავლენის გათვალისწინებით. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, 2, ტომი 93, გვ. 118-120.

**მიმართულება III**

ბარომემბრანული (მიკროფილტრაცია) პროცესის ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების ჩატარების გზით დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი



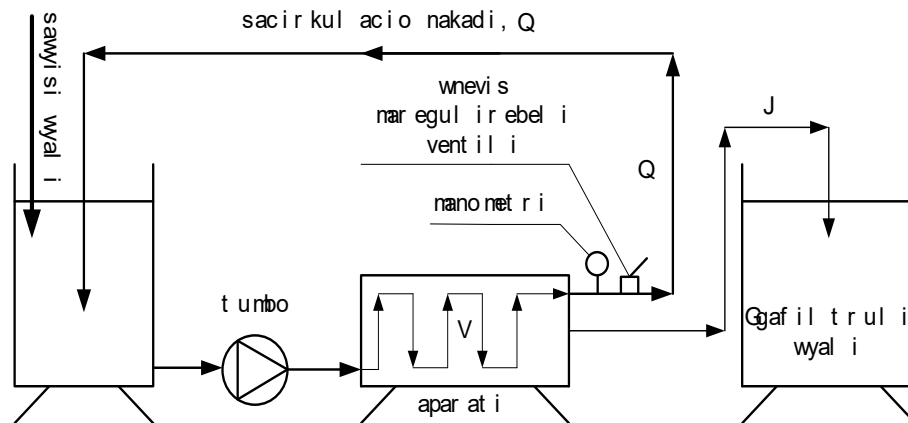
სიმღვრივისა და ხსნარში შეტივანარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული პროგრამა და ხელსაწყო პროექტი.

მოსალოდნელი შედეგები

დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი სიმღვრივისა და ხსნარში შეტივანარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევისათვის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა და ხელსაწყო პროექტი. ჩატარდება სემინარი, ვორკშოპი. გამოიცემა სტატია, დამუშავდება წლიური ანგარიში.

მემბრანული ტექნოლოგიის ძირითადი ფუნქციონალური მაჩვენებლები ეფუძნება ბარომემბრანულ პროცესებს მიკრო-, ულტრა-, ნანოფილტრაციებს, უკუოსმოსს და ემყარება ნახევრადგამტარ მემბრანების გამოყენებას, რომლებსაც შესწევთ უნარი, მათში არსებული ფორმების ზომების მიხედვით განახორციელონ სითხეებისა და აირების გაწმენდა, გაკრიალება, ცივი სტერილიზაცია (20-25°C) კოლოდურ დონეზე (მიკროფილტრაციით), გაწმენდა, სტერილიზაცია, ფრაქციონირება, და კონცენტრირება მაღალმოლეკულურ დონეზე (ულტრაფილტრაციით), გაყოფა, გაწმენდა, სტერილიზაცია, ფრაქციონირება და კონცენტრირება დაბალმოლეკულურ დონეზე (ნანოფილტრაცია, უკუოსმოსი).

ზემოთ მოყვანილი წინასწარი კვლევების შედეგები საფუძვლად დაედო ექსპერიმენტალური მემბრანული ხელსაწყო შექმნას. ხელსაწყო პრინციპული სქემა მოცემულია ნახაზზე 3.



ნახ. 3 ექსპერიმენტალური მემბრანული ხელსაწყო პრინციპული სქემა

ექსპერიმენტალური მემბრანული ხელსაწყო შედგება საწყისი წყლის ავზისაგან, რომელიც მიერთებულია მკვებავ ტუმბოსთან. საწყისი წყლის საცირკულაციო ავზი, ტუმბო, მემბრანული აპარატი, მანომეტრი, წნევის მარეგულირებელი ვენტილი ერთმანეთთან მიერთებულია საცირკულაციო ნაკადის მილგაყვანილობით. მემბრანული აპარატი მილგაყვანილობით შეერთებულია გაფილტრული წყლის ავზთან.

ექსპერიმენტალური მემბრანული დანადგარი მუშაობს შემდეგნაირად: საწყისი წყლის ავზიდან მკვებავი ტუმბო აწვდის გასაყოფ სითხეს მემბრანულ აპარატს. აპარატიდან გამოსული საწყისი სითხე მანომეტრის, მარეგულირებელი ვენტლისა და საცირკულაციო ნაკადის მილგაყვანილობის გავლით ჩაედინება საწყისი წყლის ავზში. აპარატიდან გამოსული გაფილტრული სითხე ჩაედინება გაფილტრული წყლის ავზში.

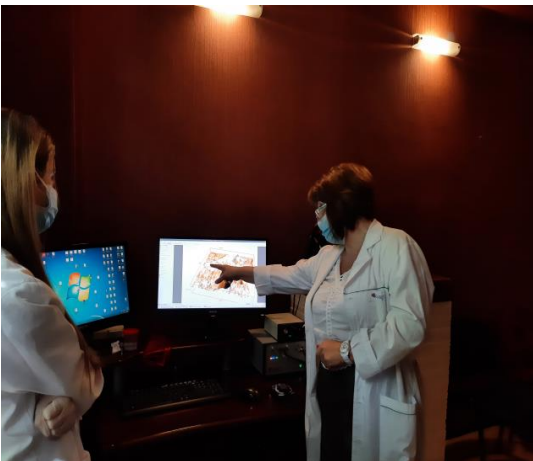
მტკნარი წყლის დამუშავების მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევისათვის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა გულისხმობს: 0,2მკმ, 0,45მკმ და 1,2მკმ ფორის ზომის მემბრანებით ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავებისას ტექნოლოგიური ასპექტების კვლევას საბაკალავრო, სამაგისტრო და სადოქტორო პროგრამების მიმართულებით ცვალებადი წნევის, საცირკულაციო ლამინარული, ტურბულენტური და მათი

ჰიბრიდული ნაკადების პირობებში ოპტიმალური რეჟიმული პარამეტრებისა და ასიმპტოტური ხვედრითი წარმადობის მაჩვენებლების ანალიზისათვის.

გამოიცა სტატია - ბიბლიეიშვილი გ.ვ., მამულაშვილი მ.ა., ჯავაშვილი ზ.დ., კაკაბაძე ე.გ. - ულტრაფილტრაციული მემბრანებით დამუშავებული ბუნებრივი მტკნარი წყლების მიკრობიოლოგიური კვლევა, გვ. 113-114

ჩატარდა სემინარი თემაზე: ცვალებადი სიმღერის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავებისას ტექნოლოგიური ასპექტების კვლევა საბაკალავრო, სამაგისტრო და სადოქტორო პროგრამებისათვის.

ჩატარდა ვორკშოპი თემაზე: საინფორმაციო პლატფორმის შექმნა მემბრანული მეცნიერებების და ტექნოლოგიების საკითხების შესახებ, საზოგადოების ცნობიერების ასამაღლებლად.



სურათი 16. მემბრანული მეცნიერებები



სურათი 17. საზოგადოებასთან ურთიერთობა

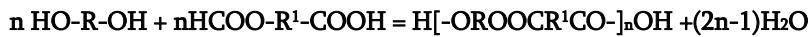
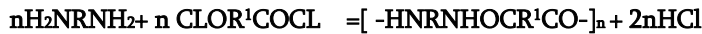
## II პროექტის ფარგლებში ჩატარებული იყო სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოები I მიმართულებით:

ორგანული, არაორგანული, განსხვავებული აღნაგობის, თვისებების და მოლეკულური მასის მქონე ნივთიერებების კლასიფიკაცია, მიღებული პოლიმერული კომპოზიციების ექსპერიმენტული კვლევა, დამუშავება მიკროფილტრაციული მემბრანების შექმნის მიზნით.

კვლევა ემსახურება ღვინისა და წყლის სტერილური ფილტრაციისათვის ახალი ინოვაციური თვისებების ნაწარმების (მემბრანების) შექმნას ფორის ზომებით 105მ - 1000მ, გამორჩეულად მცირე ზომების (15მ – 10 ნმ) მქონე ზედაპირის რელიეფური ამაღლებებითა და მუშა წნევით 1-8 ბარი. ასევე, პოლიმერული კომპოზიციების შედგენილობის, ფაზური ინვერსიის პროცესის სხვადასხვა რეჟიმული პარამეტრების, საკოაგულაციო სითხის ქიმიური შედგენილობის ცვლილების პირობებში მიღებული პოლიმერული ნაწარმების სხვადასხვა სტრუქტურის, ფორის ზომის ერთეულ ფართობზე მათი რაოდენობისა და ზედაპირის რელიეფს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულების სისტემატიზაცია.

მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავების განყოფილებაში ჩატარებული იყო თეორიული კვლევები, რომლებიც დაკავშირებულია მემბრანული პროცესებით სხვადასხვა წარმოშობის ბუნებრივი და ჩამდინარე წყლების გასუფთავებასთან, გაუსწებოვანებასა და რეგენერაციასთან. ასევე შესწავლილია, მიკროფილტრაციული მემბრანების მისაღებად გამოყენებული პოლიმერული მასალების პოლისულფონების, პოლიეთერსულფონების, პოლიპროპილენის, ალიფატური პოლიამიდების, ცელულოზას რთული ეთერების, პოლიკარბონატების, პოლიაკრილონიტრილის, პოლივინილიდენფთორიდის, პოლივინილქლორიდის, პოლიბენზიმიდაზოლების ირგვლივ არსებული სამეცნიერო ლიტერატურა და კლასიფიკაციის სხვადასხვა სისტემები. მთავარი მახასიათებელი, რომელიც გამოარჩევს პოლიმერებს სხვა კლასის ქიმიური ნაერთებისგან და განსაზღვრავს მათ, როგორც იდეალურ მასალას პოლიმერული მემბრანების მისაღებად, არის მათი ფიზიკალური ბუნება და მოლეკულების დიდი ზომები, რომლებიც თავის მხრივ განაპირობებენ პოლიმერებში მაკროსკოპიულ დონეზე

მოქმედი კოგეზიური ძალების არსებობას. პრაქტიკაში პოლიმერული მემბრანების მისაღები მასალებიდან განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენება პოლიკონდენსაციური პოლიმერები, რომლებიც მიიღება დიამინებისა და ორგანული დიკარბონმჟავებისა და მათი დიქლორანაწარმების, ქლორანჰიდრებისა და გლიკოლების ან ფენოლების, ქლორანხშირმჟავას და ბისფენოლების ფაზათაშორისი პოლიკონდენსაციით. პროცესი მიმდინარეობს შემდეგი სქემების მიხედვით:



აღნიშნული რეაქციებით ჩვენ მიერ სინთეზირებულია პოლიკონდენსაციური მასალები. პოლიკონდენსაცია ტარდებოდა 15-20°C-ზე, გამხსნელად გამოყენებულია დიმეთილაცეტამიდი, რომელიც ასრულებს არა მარტო გამხსნელის, არამედ თანამდე დაბალმოლეკულური პროდუქტების აქცეპტორის როლს. დადგენილია, რომ ტემპერატურის აწევით მიიღება უფრო დაბალი მოლეკულური მასის მქონე პოლიმერები.

ცხრილი 1.

სინთეზირებული პოლიმერების ზოგიერთი მახასიათებელი

პოლიმერი	სიმკვრივე გ/სმ <sup>3</sup>	ლ. t°C	წყალშთანთქმა, %
პოლიჰექსამეთილენადიპინამიდი [-HN(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> NHCO(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CO-] <sub>n</sub> (ნაილონი 6)	1,02	250	1,4
პოლიჰექსამეთილენსებაცინამიდი [-HN(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> NHCO(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> CO-] <sub>n</sub>	1,14	210-230	0,56
პოლიეთილენტერეფტალატი [OCOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COO-] <sub>n</sub>	1,35	>240	0,3

აღნიშნული პოლიმერების ქიმიური თვისებების, სტრუქტურების, კომფორმაციული აღნაგობის, გამოყენების პერსპექტივების გათვალისწინებით მეცნიერული კვლევების ჩასატარებლად პროექტის 2021 წლის ეტაპისათვის შერჩეული იქნა ალიფატური პოლიამიდების (ნაილონი 6), პოლისულფონებისა და აცეტატცელულოზების კლასის წარმომადგენლები. კვლევების პროცესში გამოყენებული იყო ინსტიტუტში შექმნილი ლაბორატორიული დანადგარები: ლაბორატორიული ფილერი, MTSI-BP-4 და MTSI-JM-5 და ასევე ოპტიკური (Biolar, პოლონეთი) და მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპი (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd), ანალიზატორი (Zetasizer Nano Zen 3690- Malvern Instruments, ინგლისი), ულტრაბგერის აპარატი (Unitra-Unima, UM-4, Olsztyn, Poland), (CENTRIFUGE MPW-210, MPW. Med Instruments, Poland), იონომერი (II-160, ბელორუსი), სიმღვრივის მზომი (Turb 555 IR, გერმანია), ცენტრიფუგის აპარატი (CENTRIFUGE MPW-210, MPW. Med Instruments, Poland).

ნაილონი 6 და 6,6 მიეკუთვნებიან ალიფატური პოლიამიდების მნიშვნელოვან წარმომადგენლებს. მათი კომპლექსური თვისებები თერმოსტაბილურობა, ელასტიურობა, სიმკვრე, ორგანული გამხსნელების მიმართ მდგრადობა გამოწვეულია მოლეკულათაშორისი წყალბადური ბმებით და განაპირობებს ამ კლასის პოლიმერების ლიდერულ პოზიციას

მიკროფილტრაციული მემბრანების წარმოებაში. მაღალი წარმადობისა და სათანადო მექანიკური მახასიათებლების გამო ამ პოლიმერული მასალებისგან დამზადებული მემბრანები ფართოდ გამოყენება წყლის ფილტრაციის სფეროში. ალიფატური პოლიამიდების თვისებები მათი ქიმიური აღნაგობიდან გამომდინარე ფართოდიაპაზონში იცვლება. მყარ მდგომარეობაში მათ მაკრომოლეკულებს გააჩნიათ ბრტყელი ზიგზაგისებური კონფორმაცია. განსაკუთრებით მაღალი კრისტალურობით გამოირჩევა პოლიამიდი 6 და 6,6.

პოლიამიდური მემბრანები მიღებული იყო ფაზური ინვერსიის მეთოდით. ფაზური გარდაქმნა არის განმსაზღვრელი ფაქტორი მემბრანების მორფოლოგიის განსაზღვრისას. მემბრანების შექმნის ოპერაციები: პოლიმერის კონცენტრაცია, გამხსნელის ტიპი, გამოლექვის დრო და საკოაგულაციო აბაზანის შემადგენლობა, სააბაზანოში ნიმუშების ჩაშვების კუთხე პირდაპირ გავლენას ახდენს მემბრანების მორფოლოგიაზე და სატრანსპორტო თვისებებზე. ამ პირობების შერჩევა განსაზღვრავს თუ როგორი სტრუქტურის, ფორის ზომის, მახასიათებლების, სიმეტრიული თუ ასიმეტრიული მემბრანები წარმოიქმნება.

აღნიშნულ კვლევაში მიღებული იყო პოლიამიდი 6-ის(პა 6) 12%-იან ხსნარი ჭიანჭველმჟავაში. ამ ორ კომპონენტთან სისტემაში შეტანილი იყო პოლიმერის მასის 30%, 40% და 50% პოლიეთილენგლიკოლი (პეგ-1000), რომელიც როგორც საუკეთესო ფორწარმომქმნელი აუმჯობესებს მიღებული მემბრანების ზედაპირის სტრუქტურას, არეგულირებს ფორიანობას, ფორის ზომებსა და ჰიდროფილურობას.

გამშრალი პოლიამიდისა და პეგ-ის განსხვავებული რაოდენობები ზავდებოდა ჭიანჭველმჟავაში, 55°C -ზე მაგნიტური სარეველას გამოყენებით. პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით (Biolar.), გადიდების დიაპაზონით 350-400. მიღებული ერთგვაროვანი, ჰომოგენური, მემბრანების დასასხმელი კომპოზიციები გაფილტვრისა და ვაკუუმში დეაერაციის შემდეგ დაიტანებოდა ლაბორატორიულ ფილერზე მოთავსებულ მინის პოლირებულ ფირფიტაზე (76მმx26მმx1მმ) უჟანგავი ფოლადის დანის დახმარებით. გამოლექვის პროცედურები ჩატარებულია გამოხდილ წყალში საკოაგულაციო აბაზანაში 60°C-ზე.

მემბრანების ფორის ზომები გამოთვლილია ფორმულით  $d_{max} = 0,81 / P$ , სადაც  $d_{max}$  - ფორის ზომა (მკმ), P - წნევა (ბარი, რომელზეც ბუშტულაკების წერტილი წარმოიქმნა). ხვედრითი წარმადობები გამოთვლილია ფორმულით:  $J = V / St$  სადაც, V - ფილტრატის მოცულობა (ლ), t-ფილტრაციის დრო (სთ), S-მემბრანის ფართობი. მემბრანის ეფექტური ფართობი 270 მმ<sup>2</sup>. ფილტრატის გამჭვირვალობა მოწმდებოდა სიმღვრივის მზომზე. ცხრილში 2 მოცემულია პოლიმერული კომპოზიციების შედგენლობისა და მისი მორფოლოგიური მახასიათებლების დამოკიდებულება ხვედრით წარმადობასთან.

ცხრილი 2.

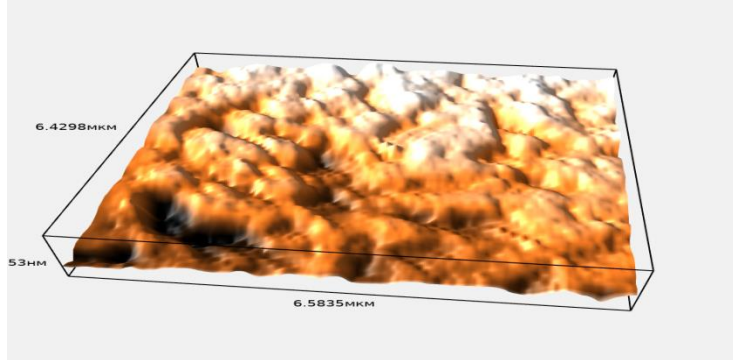
პოლიმერული კომპოზიციების შედგენლობა და მორფოლოგიური მახასიათებლები

მემბრანები	პოლიმერული კომპოზიციის შემადგენლობა	ხვ.წარმადობა ლ/მ <sup>2</sup> სთ	ფორის ზომა, მკმ	მემბრანის სისქე, მმ	ფორიანობა, %
N1	12% პა 6/HCOOH/ პოლიმერის მასის 30%პეგ	399,57	0,95	0,059	21±3
N2	12% პა 6/HCOOH/ პოლიმერის მასის 40%პეგ	490,81	0,56	0,051	45±1
N3	12% პა 6/HCOOH/ პოლიმერის მასის 50%პეგ	560,63	0,32	0,042	62±2

ცხრილიდან 2 ჩანს, რომ კომპოზიციურ ხსნარებში პეგ-ის რაოდენობის გაზრდასთან ერთად იცვლება მემბრანების ფორის ზომები, წარმადობა, ფორიანობა და მემბრანების სისქე. პეგ-ის რაოდენობის გაზრდა



იწვევს მემბრანების სისქის თანდათანობით შემცირებას. ყველაზე გამჭვირვალე არის N3 მემბრანა. ფორწარმომქმნელის რაოდენობის გაზრდასთან ერთად მცირდება მემბრანების ბუშტულაკის წერტილით განსაზღვრული ფორის ზომები და ადგილი აქვს ნიმუშების ზედაპირული სტრუქტურის დახვეწას. სურათზე 1 მოცემულია N3 მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული კვლევის ნიმუში, რომელიც მიღებულია ინსტიტუტის ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის ლაბორატორიაში მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით პოლიამიდი 6-ისა და პეგ-1000-ის( პოლიმერის მასის 50%) გახსნით ჭიანჭველამჟავაში.



სურათი 1. 12% პა 6/HCOOH/ ,50% პეგ 1000 კომპოზიციიდან მიღებული მემბრანა( N3)

აღნიშნული კვლევებიდან დადგინდა, რომ პეგ 1000-ის კონცენტრაციის გაზრდა ნაილონის დასასხმელ კომპოზიციაში იწვევს წყლის საფილტრაციო ნაკადის მატებას N1, N2 და N3 მემბრანებში. პა-6/პეგ-1000/ჭიანჭველამჟავა 50/50 თანაფარობით მომზადებული კომპოზიციიდან მიღებული მემბრანა N3-ის ხვედრითი წარმადობა შეადგენს 560,63, ფორის ზომა 0,32მკმ, მემბრანის სისქე 0,042მმ და ფორიანობა 62%. ფორის ზომის შემცირების მიუხედავად N3 მემბრანის ხვედრითი წარმადობა უფრო მეტია, ვიდრე N1 და N2 მემბრანების. მემბრანა N3 -ის მახასიათებლებისა და გაფილტრული წყლის ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ მისი გამოყენება შესაძლებელია წყლის მიკროფილტრაციულ დანადგარებში. კვლევების შედეგებზე გამოქვეყნებულია სამეცნიერო სტატია.

**პროექტის II მიმართულებით** - ქიმიური ნივთიერებების კლასიფიკაცია ფუძე-მჟავური ბალანსის მიხედვით და ფაზური ინვერსიის პროცესისთვის ერთი და მრავალკომპონენტური არაგამხსნელის ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრა - ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტები ფაზური ინვერსიის პროცესში კოაგულანტში სხვადასხვა ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების დამატებით, მისი ფუძე-მჟავური ბალანსის შეცვლით გამოწვეული სიბლანტისა და დიფუზიის კოეფიციენტის რეგულირებით მიღებულ მემბრანებში ფორების, ფორიანობისა და ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობების ცვლილებების შესასწავლად, რაც ხელს შეუწყობს ახალი თეორიული და პრაქტიკული მონაცემების შექმნას მემბრანების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების ვარიაციისთვის საექსპლოატაციო მოთხოვნათა შესაბამისად. მემბრანის ფილტრაციული მახასიათებლები მნიშვნელოვან ცვლილებებს გამოიწვევს მემბრანულ მეცნიერებასა და საწარმოო ინდუსტრიებში. მნიშვნელოვნად შეამცირებს ხარჯებს, გაზრდის ხელმისაწვდომობას და შექმნის ახალ შესაძლებლობებს.

ფაზური ინვერსიის პროცესში არაგამხსნელის ფუძე-მჟავური ბალანსის რეგულირება ცვლის ერთის მხრივ ხსნარის სიბლანტეს, მეორეს მხრივ გამხსნელი-არაგამხსნელის დიფუზიის კოეფიციენტს, რადგან სხვადასხვა ფუძურ-მჟავურ არეში კოაგულაცია მიმდინარეობს განსხვავებული სიჩქარით, რაც შესაბამისად იწვევს მემბრანის ფორის სტრუქტურის, ზომის, ზედაპირის სიმქისისა და წარმადობის ცვლილებას. ფაზური ინვერსიის პროცესის ოპტიმალურ რეჟიმულ პარამეტრებთან ერთად, აუცილებლობას წარმოადგენს აბაზანის შედგენილობისა და მჟავიანობის გავლენის კვლევა.

კვლევებში, ფაზური ინვერსიით მემბრანების მისაღებად გამოყენებული იყო აცეტატცელულოზას 9%-იანი ხსნარები დიმეთილაცეტამიდში. ხსნარები მიღებული იყო 55°C -ზე მუდმივი მორევის პირობებში, მაგნიტური სარეველას გამოყენებით. პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით გადიდების დიაპაზონით 350-400.

პოლიმერული კომპოზიციების გამოლეკვა ჩატარებული იყო განსხვავებული კონცენტრაციის კალციუმის ქლორიდიან და ძმარმჟავიან ხსნარებში.

### ცხრილი 3

კოაგულანტის ცვალებადი შედგენილობის გავლენა მემბრანის ნიმუშების ფორის ზომებსა და წარმადობებზე

N	პოლიმერულიკომპოზიციის შედგენილობა	შემადგელობა	ფორის ზომა მკმ	მემბრანის წარმადობა ლ/მ <sup>2</sup> სთ
1	9%-იანი აცეტელულოზა/დიმეთილაცეტამიდი	გამოხდილი წყალი	2,2	2400
2	9%-იანი აცეტელულოზა/დიმეთილაცეტამიდი	კალციუმის ქლორიდი 80 მგ/ლ	1,9	1155
3	9%-იანი აცეტელულოზა/დიმეთილაცეტამიდი	კალციუმის ქლორიდი 160 მგ/ლ	2,1	2355
4	9%-იანი აცეტელულოზა/დიმეთილაცეტამიდი	ძმარჟავა 2,4 მლ/ლ	1,7	3155
5	9%-იანი აცეტელულოზა/დიმეთილაცეტამიდი	ძმარჟავა 3 მლ/ლ	1,6	3888

ცხრილიდან ჩანს, რომ გამოხდილ წყალში და CaCl<sub>2</sub>-ის შემცველ ხსნარში გამოლექილი მემბრანული ნიმუშების წარმადობასა და ფორის ზომას შორის განსხვავება უმნიშვნელოა, მაშინ როცა CH<sub>3</sub>COOH-იან ხსნარში გამოლექილი მემბრანების წარმადობა გაზრდილია, ფორის ზომების მნიშვნელობების შემცირების მიუხედავად. შემჟავებულ ხსნარში გამოლექილი მემბრანების წარმადობის ზრდა ადასტურებს, რომ საკოაგულაციო აბაზანის როგორც შემადგენლობა, ასევე მჟავიანობა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მემბრანების ფორმირებისას ფაზური ინვერსიის პროცესში. წყალბადის იონების არსებობა საკოაგულაციო აბაზანაში ცვლის პოლიმერული კომპოზიციიდან კოაგულანტში გამხსნელის დიფუნდირების სიჩქარეს და გავლენას ახდენს მემბრანების მორფოლოგიურ მახასიათებლებზე. დამლექავის შეჭრის გამო პოლიმერული სისტემის არასტაბილურ მდგომარეობაში გადასვლისა და მოლეკულათამორისო ურთიერთქმედებების ცვლილების თანმდევი მოვლენაა კომპონენტების კონცენტრაციის გადანაწილება, რომელიც თავის მხრივ იწვევს სისტემაში კომპონენტების დიფუზური დინებების წარმოქმნას. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს აღმავალ დიფუზიას მცირე კონცენტრაციებიდან დიდ კონცენტრაციებამდე, მოცულობის ერთეულში განსხვავებული მიმართულების დიფუზური ნაკადების არსებობა, რომლებიც წარმოადგენენ გამხსნელისა და არაგამხსნელის ნარევის, ამახინჯებს მათი მოლეკულების რადიალური შემხვედრი ურთიერთდიფუზიის მოდელს პროცესის მამოძრავებელი ძალის გადანაცვლებითა და პოლიმერულ ხსნარებში კონვექციური ნაკადების წარმოქმნით.

ფუძე დამლექავების (pH > 12) შემთხვევაში მემბრანების ფორიანობა მცირდება. გამოსალექი აბაზანის ნეიტრალურ ან შემჟავებულ გარემოში მიღებული მემბრანების (pH < 7) ფორიანობა გაცილებით იზრდება. აღნიშნული ეფექტი შეიძლება აიხსნას იმ გარდაქმნებით, რომლებიც ხდება პოლიმერული გელის ბადეში

გამოსალექი ხსნარიდან გადასული წყალბადის იონების შესვლით, რომელიც შესაძლებელია იწვევდეს პოლიმერის დახვეული მაკრომოლეკულური სეგმენტების გასწორებასა და უფრო მოწესრიგებული სისტემის მქონე მემბრანის შექმნას. ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა, რომ აცეტაცელულოზური მემბრანების ფორმის ზომების რეგულირება შესაძლებელია საკოაგულაციო ხსნარის pH-ის ცვლილებით არაგამხსნელში ფუძურ-მჟავური ბუნების სხვადასხვა არაორგანული და ორგანული ნივთიერებების დამატებითა და გაყოფის პროცესების კონტროლით.

ჩატარებული იყო, ახალი შემადგენლობის პოლისულფონური ფილტრაციული მემბრანების მისაღები პოლიმერული კომპოზიციური ხსნარებისა და მათი გამოლექვით ფორმირებული მემბრანების ზედაპირის მორფოლოგიის კვლევა. სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა პოლიეთერსულფონების (პეს) პოლიმერული კომპოზიციებიდან მიღებული მემბრანული აპკების მახასიათებლებზე სხვადასხვა მარკის K12, K17, K25 და რაოდენობის (5%, 10%, 15%) პოლივინილპიროლიდონის(პვპ) გავლენის შესწავლა. პოლიეთერსულფონების 15%-იანი ხსნარი დიმეთილაცეტამიდში(დმმა) და ორგანულ დანამატად პოლივინილპიროლიდონი კომპოზიციები მომზადებულია ლაბორატორიულ პირობებში 5 სთ –ის განმავლობაში მუდმივი მორევით (50-55 °C). გამოლექვა წარმოებდა ლაბორატორიულ ფილერზე 30°C ტემპერატურაზე წყალში.

პოლიმერული კომპოზიციების შედგენილობები და მიღებული მემბრანული აპკების წარმადობები მოცემულია ცხრილში 4.

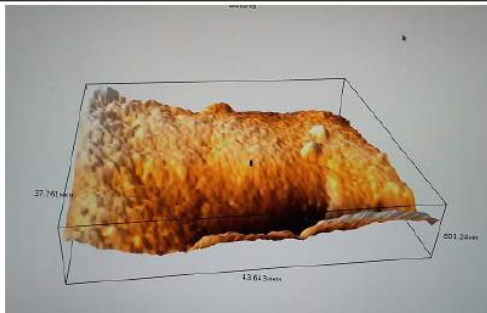
სხვადასხვა მოლეკულური მასისა და კონცენტრაციის მქონე პოლივინილპიროლიდონის შემცველი პოლიმერული კომპოზიციების სიბლანტე შესწავლილია ვისკოზიმეტრული მეთოდით, ხოლო ნაწილაკების ზომა და რიცხვი ხსნარებში განსაზღვრულია სიმღვრივის სპექტრის მეთოდით და ასევე, ანალიზატორზე(Zetasizer Nano Zen 3690- Malvern Instruments).

ცხრილი 4.

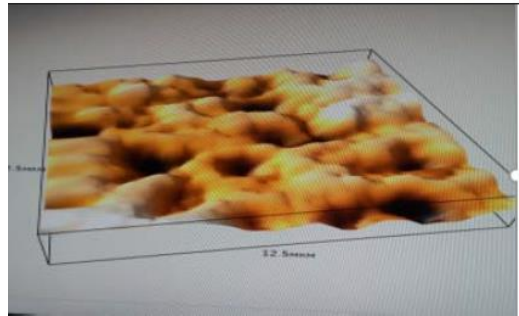
პოლიმერული კომპოზიციების ხსნარების შედგენილობები, ნაწილაკების ზომა და რიცხვი ხსნარებში, მიღებული მემბრანების მახასიათებლები.

პოლიეთერსულფონის კონც.მას. %	პვპ-ის კონც.მას.%	პვპ-ის მარკა	r, ნმ	ნაწილაკების რიცხვი Nx10 <sup>11</sup>	აპკების ფორის ზომა,მკმ	მემბრანული აპკების ხვედრითი წარმადობა ლ/მ <sup>2</sup> .სთ
15	5	K25	220	0,32	0,9	752
15	10	K25	280	0,25	0.85	625
15	15	K25	310	0,21	0,73	520
15	5	K17	125	0,57	0,51	689
15	10	K17	160	0,31	0,65	536
15	15	K17	195	0,27	0,78	428
15	5	K12	140	0,53	1,0	250
15	10	K12	135	0,45	1,1	184
15	15	K12	161	0,31	0,95	135

მიღებული მემბრანული აპკების ზედაპირული ტოპოგრაფია შესწავლილია მასკანირებელი ზონდურ მიკროსკოპზე. სურათზე 2 მოცემულია პეს/პვპ/დმმა (5% K 25 პვპ) პოლიმერული კომპოზიციიდან მიღებული აპკის მიკროსურათი, ხოლო სურათზე 3 მოცემულია პეს/პვპ/დმმა (15% K 25 პვპ) პოლიმერული კომპოზიციიდან მიღებული აპკის ტოპოგრაფიული სურათი. სურათებიდან ჩანს, რომ მემბრანების ზედაპირების ტოპოგრაფიული გამოსახულებები განსხვავებულია. 15%-იანი K 25 პვპ-ს შემცველი ხსნარებიდან მიღებული ნიმუშის ზედაპირის რელიეფი 5%-იან K 25 პვპ-ს შემცველი ხსნარებიდან მიღებული ნიმუშის ზედაპირთან შედარებით არის ერთგვაროვანი ფოროვანი სტრუქტურის, მასში არ შეიმჩნევა დეფექტები და მიკროღრუბები.



სურათი 2. პეს/პვპ/დმმა (5% K 25 პვპ) პოლიმერული კომპოზიციიდან მიღებული აპკის მიკროსურათი.



სურათი 3. პეს/პვპ/დმმა (15% K 25 პვპ) პოლიმერული კომპოზიციიდან მიღებული აპკის მიკროსურათი.

ცხრილის მონაცემებიდან და აპკების მიკროსურათების შესწავლის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ პოლიეთერსულფონის 15%-იანი პოლიმერული კომპოზიციიდან გამოლექილი მემბრანული აპკებიდან საუკეთესო ზედაპირული სტრუქტურითა და მაღალი წარმადობით გამოირჩევა K 25 მარკის პოლივინილპიროლიდონის 15%-ის დამატებით მიღებული მემბრანა. უფრო დაბალმოლეკულური მასის მქონე მარკების პვპ-ს შემცველი ხსნარებიდან მიღებულ მემბრანულ აპკებს გააჩნიათ დეფექტები და დაბალი ხვედრითი წარმადობები, რის გამოც ამ შედეგნობების კომპოზიციებისგან მემბრანების მიღება არ არის მიზანშეწონილი.

**პროექტის III მიმართულებით** - ერთნაირი შემადგენლობის პოლიმერული კომპოზიციური ხსნარების ფაზური ინვერსიის პროცესი გამოლექვის სხვადასხვა ტემპერატურულ პირობებში და ფილერის სააბაზანოში ჩაშვების განსხვავებული კუთხით - ჩატარებულია, აცეტატცელულოზური მიკროფილტრაციული მემბრანების შექმნისა და მათი თვისებების შესწავლის სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოები. მემბრანების მისაღებად გამოყენებული იყო დიაცეტატცელულოზა, რომლის ეთერიფიკაციის ხარისხი შეადგენს  $\eta=250-270$ , ხოლო ჩანაცვლების ხარისხი 2,5-2,8. დიაცეტატცელულოზას საშუალო სიბლანტური მოლეკულური მასა გაანგარიშებული იქნა მარკ-კუნ-ჰაუვინკის განტოლების გამოყენებით  $[\eta] = k \times M_n^{\alpha}$ .  $k$  და  $\alpha$  განსაზღვრული იქნა ცნობილი მეთოდით,  $k=0,8 \times 10^{-4}$ ,  $\alpha=0,78$ . დიაცეტატცელულოზას გახსნისათვის გამოყენებული იქნა აპროტონული ნივთიერება დიმეთილაცეტამიდი.

ფაზური ინვერსიის პროცესის შესწავლას ვაწარმოებდით ინსტიტუტში შექმნილ ავტომოტორიზებულ ლაბორატორიულ დანადგარზე. მომზადებული იყო აცეტატცელულოზას 5% და 7%-იანი ხსნარები დიმეთილაცეტამიდში. საკვლევი ნიმუშები გამოლექილი იქნა ლაბორატორიულ ფილერზე გამოხდილ წყალში. ყველა ნიმუშის სისქე იყო 0,1მმ. გამოლექვის პროცესი ჩატარებული იქნა გამოხდილ წყლიან აბაზანაში. ზოგიერთი ნიმუშის ფაზური ინვერსიის პროცესის პირობები და მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობები მოცემულია ცხრილში 5.

ფაზური ინვერსიის პროცესის ჩატარების პირობები და მიღებული მემბრანების წარმადობები

N N N N N N	დიაცეტატცელულოზის კონცენტრაცია, მას. %	აბაზანაში ჩაშვების კუთხე, °	აბაზანაში ჩაშვების სიჩქარე, მმ/წთ	აბაზანის ტემპერატურა, °C	ხვედრითი warmadoba ლ/მ <sup>2</sup> სთ
1	5	10	200	20	700
2	5	45	200	40	1550
3	5	80	200	60	1000
4	7	10	200	20	1400
5	7	45	200	40	2445
6	7	80	200	60	1700

როგორც ცხრილიდან ჩანს, საკოაგულაციო აბაზანის ტემპერატურისა და კონცენტრაციის გაზრდა იწვევს მემბრანების წარმადობის გაზრდას, მაგრამ საუკეთესო წარმადობის მემბრანები, როგორც 5%-იანი, ასევე 7%-ა ცეტატცელულოზის შემთხვევაში მიიღება აბაზანაში ფილერის 45 გრადუსიანი კუთით ჩაშვებისა და აბაზანის ტემპერატურის 60°C-ის შემთხვევაში. ექსპერიმენტების სერიების საფუძველზე დადგენილია, ფილერის ჩაშვების სიჩქარე 200 მმ/წთ, მიღებული მემბრანების ფორის ზომები მერყეობს 0,3-0,45 მკმ-ის შუალედში.

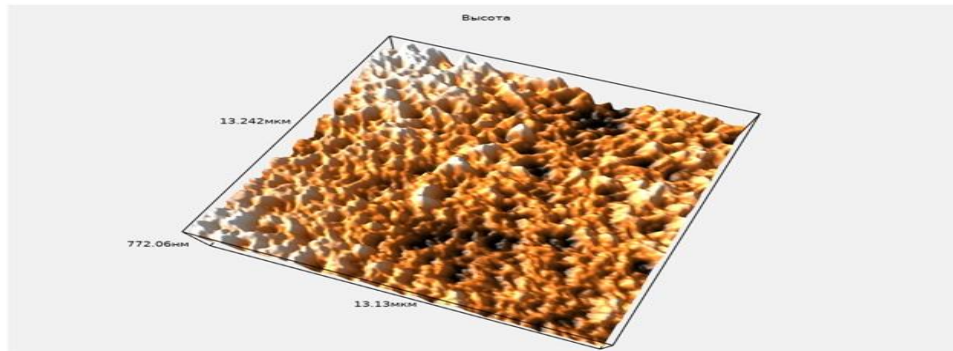
პოლისულფონური მიკროფილტრაციული მემბრანების მისაღებად პოლისულფონურ კომპოზიციებში ორგანულ დანამატად გამოყენებული იყო პეგ-400 და პოლოქსამერი. მემბრანების ფორმირება ჩატარებულია ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდით. აღნიშნული პოლიმერისგან მემბრანების ფორმირება შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა პირობებში, განსხვავებულ რეჟიმებში და განსხვავებული ფორწარმოქმნელის დამატებით, რაც ასევე იძლევა ფორის ზომისა და ხვედრითი წარმადობის ვარიანტების საშუალებას ფართო დიაპაზონში.

პოლისულფონი (პს) თავსდება 100 მლ-ან კოლბაში, 5%-იან ხსნარში დიმეთილფორმამიდში (დმფ) და ტარდება გახსნის პროცესი 55°C-ზე გაცხელებით მაგნიტური სარეველათი, მუდმივი მორევის პირობებში. გახსნილ კომპოზიციას ემატებოდა პოლიეთილენგლიკოლი (PEG-400) და პოლოქსამერი (Pluronic F-127) და მორევა გრძელდებოდა კიდევ 1 საათს. პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით (Biolar, პოლონეთი), გადიდების დიაპაზონით 350-400 და მასზე დამონტაჟებული 10.7 მკმ მკაფიოობის ციფრული კამერით, რომელიც გამოსახულებას ადიდებს 1,5-3-ჯერ. პოლისულფონის გახსნის მონიტორინგი და დასასხმელ ხსნარებში ნაწილაკების ზომები გამოკვლეულ იქნა Malvern Zetasizer Nano-ZS90. მიღებული ერთგვაროვანი, ჰომოგენური, მემბრანების დასასხმელი კომპოზიციები გაფილტვრისა და ვაკუუმში დეაერაციის შემდეგ დაიტანებოდა ლაბორატორიულ ფილერზე მოთავსებულ მინის პოლირებულ ფირფიტაზე უქანგავი ფოლადის დანის დახმარებით. გამოლექვის პროცედურები ჩატარებულია გამოხდილი წყლის საკოაგულაციო აბაზანაში 60°C-ზე. მიღებული ნიმუშები ირეცხებოდა 60°C-იანი წყლით ნსთ-ის განმავლობაში, ყოვნდებოდა გამრეცხ აბაზანაში წყალში ხსნადი ნივთიერებების მოსაცილებლად.

## კომპოზიციების შემადგენლობა და მიღებული ნიმუშების მახასიათებლები

მემბრანები	პოლიმერული კომპოზიციის შემადგენლობა	ხვედრითი წარმადობა ლ/მ <sup>2</sup> სთ	ფორის ზომა, მკმ	ფორიანობა, %
P <sub>1</sub>	18%-იანი პს / დმფ / (უდანამატო)	2900	0,55	30±2
P <sub>2</sub>	18% -იანი პს / დმფ /CaCl <sub>2</sub> 30%პეგ+20%პოლოქსამერი	5333	1,08	41±1
P <sub>3</sub>	18%-იანიპს/დმფ/CaCl <sub>2</sub> +15%პეგ+20%პოლოქსამერი	4740	0,81	50±3
P <sub>4</sub>	18%-იანიპს/CaCl <sub>2</sub> /დმფ +15%პეგ+10%პოლოქსამერი	4700	0,67	62±2

მემბრანების ფორის ზომა და ხვედრითი წარმადობა, როგორც აღვნიშნეთ, განსაზღვრულ იქნა ინსტიტუტში დამზადებულ ლაბორატორიულ დანადგარებზე. ფილტრატის სისუფთავე მოწმდებოდა სიმღვრივის მზომზე. ცხრილიდან 6 ჩანს, რომ პოლისულფონის უდანამატო კომპოზიციიდან მიღებული P<sub>1</sub> ნიმუშის წარმადობა, ფორის ზომა და ფორიანობა არის უფრო მცირე, ვიდრე დანამატიანი ნიმუშების. მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით მემბრანების ზედაპირის ტოპოგრაფიულმა კვლევამ აჩვენა, რომ ერთდროულად პეგ-ისა და პოლოქსამერის დამატებამ P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> და P<sub>4</sub> გაზარდა რელიეფის ერთგვაროვნება, ფორიანობა და წარმადობა. მემბრანების ზედაპირები გახდა უფრო გლუვი და მკვრივი. სურათზე 4 მოცემულია P<sub>4</sub> ნიმუშის მიკრო სურათი რომელზეც მუქი და ღია ფერის მონაკვეთები ერთგვაროვნად არის განაწილებული. ამ მემბრანის წარმადობა ფორის ზომის შემცირების მიუხედავად უფრო მეტია, ვიდრე უდანამატო ნიმუშის, ვინაიდან გაუმჯობესებულია მემბრანის ფორიანობა და სიმქისე.



სურათი 4. P<sub>4</sub>საცდელი მემბრანული ნიმუშის ტოპოგრაფიული სურათი



ჩატარებული კვლევებით დადგენილია, რომ პეგისა და პოლოქსამერის მოცემული რაოდენობები 18%-იანი პოლისულფონის პოლიმერული კომპოზიციის ხსნარებში გავლენას ახდენს მიღებული მიკროფილტრაციული მემბრანების სტრუქტურაზე, მახასიათებლებზე და იძლევა მემბრანების ფორის ზომის ვარიაციის საშუალებას 0,67მკმ-1,08მკმ ფარგლებში.

ამრიგად, საანგარიშო პერიოდში ჩატარებული ექსპერიმენტების სერიის საფუძველზე შერჩეულია მემბრანების მისაღები პოლიმერული და ორგანული ფორწარმომქმნელი მასალები, შექმნილია განსხვავებული შედგენილობის, აგებულების, ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების მქონე მიკროფილტრაციული მემბრანული ნიმუშები, შესწავლილია თხევადი პოლიმერული კომპოზიციების ფაზური გადასვლის პროცესების ჩატარების პირობები და ამ ფაქტორების გავლენა მემბრანების მორფოლოგიაზე. აღრიცხულია ექსპერიმენტის მონაცემები, შესრულებულია წლიური ანგარიში და გამოქვეყნებულია ორი სტატია.

1. „ პოლიმერული დანამატების გავლენის შესწავლა ალიფატური ამიდებისგან მიღებული მემბრანების სტრუქტურაზე“, საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, N 2, 93ტ, 2021, 107-109გვ.
2. „ორგანული დანამატების გავლენის კვლევა პოლისულფონური მემბრანების სტრუქტურაზე“, საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, N 2, 93ტ, 2021, 110-112გვ.

**III პროექტი - I მიმართულება**

საკვები პროდუქტისა და სასმელი წყლის დაბინძურება აღიარებულია 21-ე საუკუნის მთავარ გამოწვევად. იზრდება მოთხოვნა ახალ, ინოვაციურ მემბრანულ ტექნოლოგიებზე, რომლებიც ხელს შეუწყობენ კაცობრიობის ძირითადი გლობალური პრობლემების გადაწყვეტას – მოსახლეობის უზრუნველყოფას ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებითა და სასმელი წყლით. ბარომემბრანული გაყოფის პროცესების კვლევა წარმოადგენს მემბრანული მეცნიერებების ფუნდამენტური და გამოყენებითი კვლევების აქტუალურ საკითხს, რომლის გადაწყვეტას გააჩნია, როგორც მეცნიერული, ისე პრაქტიკული ღირებულება. პროექტში სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს დიდი მოცულობის საფილტრაციო ნაკადებისათვის ჩიხური და ტანგენციალური მიკროფილტრაციული პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა ბუნებრივი წყლების (მდინარის, ტბის, ჭის, წვიმის) გასაწმენდად სოფლების, დასახლებული პუნქტების სასმელი წყლით უზრუნველსაყოფად. შესწავლილი იქნა, სადაწნეო საკნის გეომეტრიისა და მასში განვითარებული ნაკადების მოძრაობის (ლამინარული, ტურბულენტური) გავლენა მემბრანული დანადგარის მაღალი წარმადობის უზრუნველყოფისა და საექსპლოატაციო ვადის გახანგრძლივებისათვის.

შესწავლილი იქნა ფორმაზინის ერთეულით FTU-10 სიმღვრივის წყლის 2მკმ, 5მკმ, 10მკმ, 20მკმ ფორის ზომის მქონე მემბრანებით მიკროფილტრაციის პროცესი ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმების ცვალებადი წნევის, სიჩქარისა და საცირკულაციო ნაკადის პირობებში. კვლევა განხორციელდა მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის მემბრანული პროცესების კვლევისა და ნანოტექნოლოგიების დამუშავების განყოფილებაში შექმნილ ლაბორატორიულ და პილოტურ დანადგარებზე. კვლევის შედეგები ასახულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1.

მემბრანების ხვედრითი წარმადობები FTU-10 სიმღვრივის მტკნარი წყლისათვის

მემბრანის ფორის ზომა მკმ	ფილტრატის სიმღვრივე ფორმაზინის ერთეულით FTU	ხვედრითი წარმადობა ლ/სთმ <sup>2</sup>
2	0.01	4677
5	0.03	14242
10	0.16	17356
20	0.25	21166

ცხრილში 1 მოცემული ექსპერიმენტების შედეგებიდან ნათელია, რომ 2 მკმ, 5 მკმ, 10 მკმ, 20 მკმ ფორის ზომის მქონე მემბრანებით FTU-10 სიმღვრივის მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციის შედეგად ფილტრაციის ხარისხის ოპტიმალური მაჩვენებელი გამოვლინდა 2 მკმ და 5 მკმ ფორის მქონე მემბრანებში, რომელთა საშუალებით მიღებული ფილტრატის სიმღვრივე შეადგენდა FTU 0.01 და FTU 0.03. ხვედრითი წარმადობების უკეთესი მაჩვენებლები გააჩნია 5 მკმ, 10 მკმ, 20 მკმ ფორის მემბრანებს. აქედან გამომდინარე, ფილტრაციის ხარისხისა და ხვედრითი წარმადობის ერთდროული ოპტიმალური მაჩვენებლების გათვალისწინებით შერჩეული იქნა 5 მკმ ფორის ზომის მქონე მემბრანა.

სადაწნეო საკანში სითხის მოძრაობის დასახასიათებლად გამოყენებული იქნა რეინოლდსის რიცხვი, რომელიც განისაზღვრება სადაწნეო საკანის ჰიდრავლიური დიამეტრით, საშუალო სიჩქარითა და სითხის კინემატიკური სიბლანტით. რეინოლდსის რიცხვი განისაზღვრა სადაწნეო საკანის სხვადასხვა გეომეტრიული ზომებისა და მასში მოძრავი სითხის სიჩქარეებისათვის, რომლის შედეგები მოცემულია ცხრილში 2.

ცხრილი 2.

რეინოლდსის რიცხვის მნიშვნელობები სადაწნეო საკანში სითხის მოძრაობის საწყისი საშუალო სიჩქარეებისათვის

$V_{საშ}$ მ/წმ	0,4	0,5	0,55	0,6	0,8	1	1,5
$Re$	1434	1793	1972	2151	2868	3586	5378

როგორც ცხრილი 2-დან ჩანს, სიჩქარის 0,4 მ/წმ, 0,5 მ/წმ, 0,55 მ/წმ მნიშვნელობებისათვის რეინოლდსის რიცხვს 2000-ზე ნაკლები მნიშვნელობა შეესაბამება, რაც სადაწნეო საკანში ლამინარულ დინებაზე მიუთითებს. სიჩქარის 0,6 მ/წმ და მეტი მნიშვნელობისათვის რეინოლდსის რიცხვი 2000-ს აღემატება, რაც მემბრანული აპარატის სადაწნეო საკანში ტურბულენტურ რეჟიმულ დინებებზე მიუთითებს.

სადაწნეო საკანის ოპტიმალური გეომეტრიული კონფიგურაცია შესწავლილი იქნა საკანის სიმაღლის სამი მნიშვნელობისათვის ლამინარული და ტურბულენტური ჰიდროდინამიური რეჟიმების პირობებში: 0.2 მმ; 0.4 მმ; 0.6 მმ მ/წმმკვრ. კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში 3 და ცხრილში 4

ცხრილი 3.

სითხის ნაკადის ლამინარული რეჟიმისათვის 5 მკმ ფორის ზომის მემბრანის ხვედრითი წარმადობა სადაწნეო საკანის სხვადასხვა სიმაღლისათვის

	ხვედრითი წარმადობა (ლ/სთმ <sup>2</sup> )							
ფილტრაციის დრო, სთ	0.5	1	1.5	2	2.5		3.5	4
სადაწნეო საკანის სიმაღლე, h, მმ								
0.2	14184	13060	12474	12168	11812	9924	8164	7327
0.4	14445	13128	12654	12346	12100	10468	9152	8868
0.6	13160	12166	11142	10892	9824	8456	8012	6824



## ცხრილი 4.

სითხის ნაკადის ტურბულენტური რეჟიმისათვის 5 მკმ ფორის ზომის მემბრანის ხვედრითი წარმადობა სადაწნეო საკნის სხვადასხვა სიმაღლისათვის

ფილტრაციის დრო, სთ	ხვედრითი წარმადობები (ლ/სთმ <sup>2</sup> )							
	0.5 სთ	1 სთ	1.5სთ	2სთ	2.5სთ	3სთ	3.5 სთ	4 სთ
სადაწნეო საკნის სიმაღლე, მ, მმ								
0.2	18065	17642	15927	15732	15125	13089	11480	11092
0.4	17886	16425	15592	15246	14812	12419	11224	9164
0.6	16452	15318	13928	13645	10712	10648	10024	8536

სითხის ნაკადის ლამინარული მოძრაობისათვის ხვედრითი წარმადობის მაქსიმალური ასიმპტოტური მნიშვნელობა გამოვლინდა სადაწნეო საკნის სიმაღლის  $h=0.4$  მ მნიშვნელობისათვის, ხოლო ტურბულენტურ მოძრაობისათვის ხვედრითი წარმადობის მაქსიმალური ასიმპტოტური მნიშვნელობა გამოვლინდა სადაწნეო საკნის სიმაღლის  $h=0.4$  მ მნიშვნელობისათვის.

მიღებული კვლევის შედეგები სადაწნეო საკნის დადგენილი გეომეტრიისათვის სითხის ნაკადის ლამინარული და ტურბულენტური მოძრაობისათვის საშუალებას იძლევა მოხდეს მემბრანულ სისტემებში ჰიდროდინამიური პროცესების კვლევისა და მისი სრულყოფილების შეფასება და შემდგომი დახვეწის შესაძლებლობის ანალიზი.

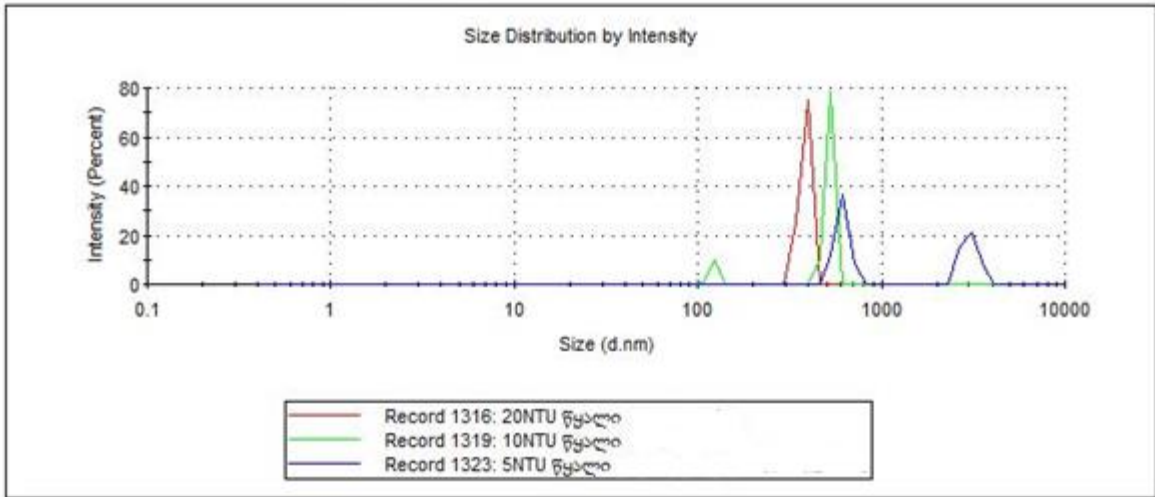
## მიმართულება II

ბუნებრივი წყლები ქიმიურად და ბიოლოგიურად დაბინძურებულია. მათში არსებული ბაქტერიები (0,5-10 მკმ), რიკეტსიები (0,4-1,0 მკმ), ვირუსები (200-400 ნმ), სოკოები (3-50მკმ), შეწონილი, კოლოიდური ნაწილაკები: ლამი ( $27 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$ ნმ), თიხა ( $25 \times 10^{-3}$ ნმ), თიხა პუდრი (500-200ნმ), ჰუმუსური ნივთიერებები (მ.მასა 20-250000 დალტონი, 6-80ნმ), ეგზო- და ენდოგენური პიროგენური ნივთიერებები ( 20-100 ნმ) არღვევენ ცოცხალი ორგანიზმების ჰომეოსტაზს, რაც საშიშია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის.

პროექტში სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს ცვალებადი შედგენილობისა და სიბლანტის ხსნარების მემბრანული გაყოფის პროცესში მემბრანის ზედაპირზე დანალექის წარმოქმნის მექანიზმის შესწავლა ლამინარული და ტურბულენტური ნაკადის პირობებში.

ბუნებრივი წყლების დამუშავების დროს მემბრანული აპარატების წარმადობის შემცირების ძირითადი მიზეზი არის ზემოთ ჩამოთვლილი ორგანული, არაორგანული წარმოშობის კოლოიდური და შეწონილი ნაწილაკების დეპონირება მემბრანის ზედაპირზე და ფორებზე, რასაც თან ახლავს ფორების დახშობა და ნალექის ფენის ფორმირება. ეს იწვევს ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობის გაზრდას, რაც მკვეთრად აუარესებს გაყოფის პროცესის ძირითად მახასიათებლებს - გაღწევადობას, სელექტიურობასა და ხვედრით წარმადობას.

მემბრანაზე არსებული დანალექის წარმოქმნის მექანიზმის კვლევისათვის ბუნებრივ წყალში არსებული ნივთიერებების ზემოთ აღწერილი კლასიფიკატორის მიხედვით დამზადდა 1, 5, 10, 20 NTU-სიმღვრივის მოდელური ხსნარები, რომლებიც შესწავლილი იქნა ნაწილაკების ზომის განმსაზღვრელი ანალიზატორის საშუალებით. კვლევის შედეგები მოცემულია სურათზე 1.



სურათი 1. 1; 5; 10; 20 NTU-სიმღვრივის მოდელურ ხსნარებში არსებული ნანონაწილაკების ზომა ( Zetasizer Nano Zen 3690)

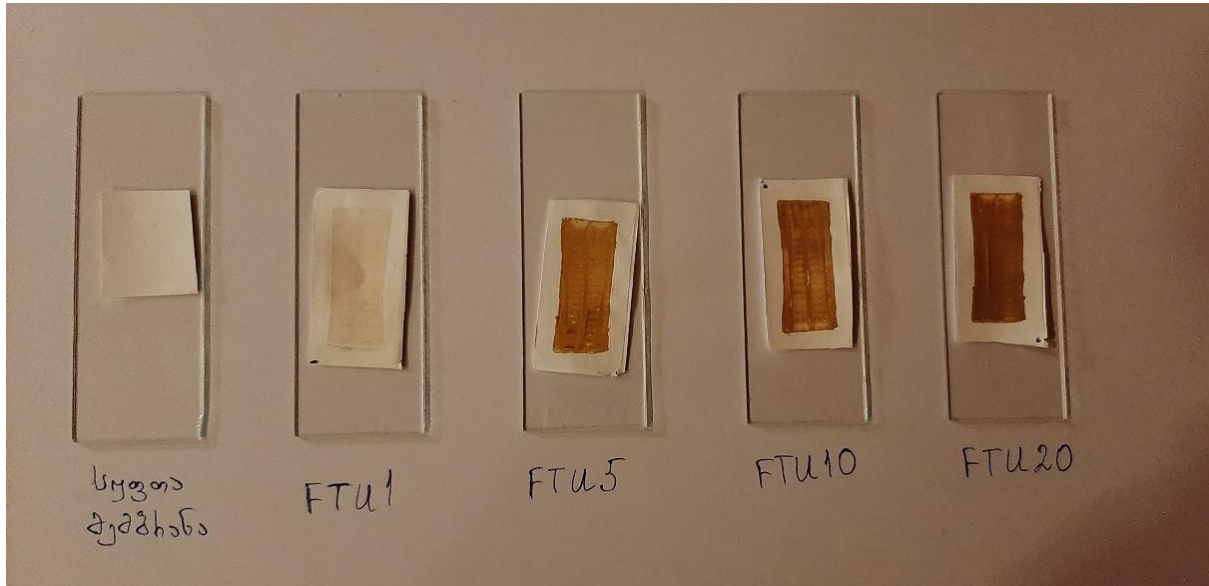
დანალექის წარმოქმნის მექანიზმის შესასწავლად ჩატარდა ექსპერიმენტების სერია ოპტიმალური გეომეტრიისა და საგარანტიო რესურსის მქონე 5მკმ ფორის მემბრანაზე 1, 5, 10, 20 NTU-სიმღვრივის მოდელურ ხსნარების მიკროფილტრაციული და ლამინარული რეჟიმების პირობებში, რომელთა კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში 5.

ცხრილი 5.

5 მკმ ფორის მქონე მემბრანით სხვადასხვა სიმღვრივის მოდელური ხსნარების ფილტრაციის შედეგები ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმების პირობებში

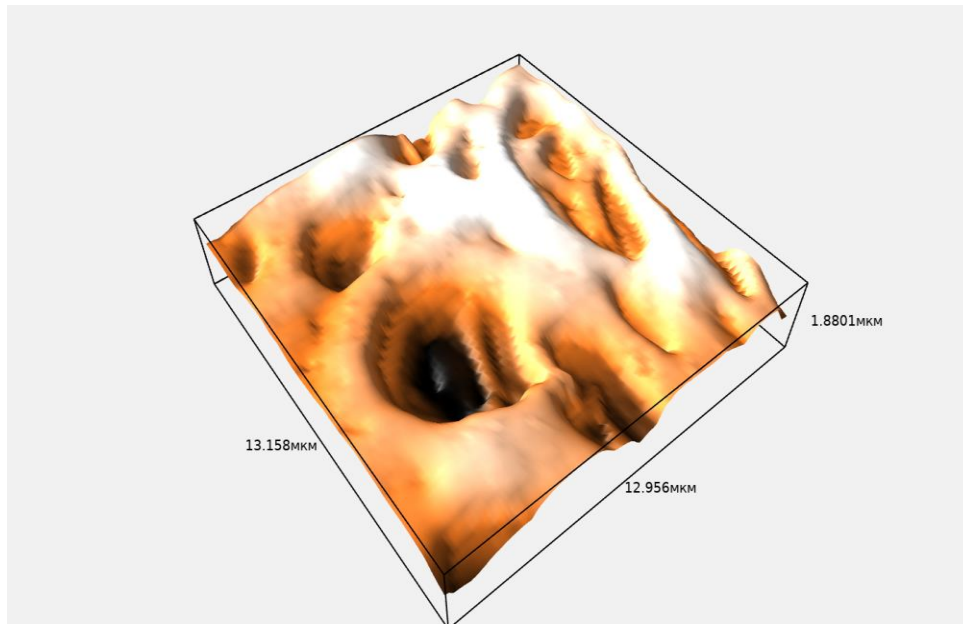
მოდელური ხსნარის სიმღვრივე, FTU	წარმადობა, ლ/სთმ <sup>2</sup>		ფილტრატის სიმღვრივე FTU
	ლამინარული რეჟიმი	ტურბულენტური რეჟიმი	
ონკანის წყალი	15151	18151	0.01
1	14242	17854	0.01
5	13120	16528	0.03
10	11460	14386	0.03-0.01
20	9200	11624	0.01

1, 5, 10, 20 NTU სიმღვრივის მოდელური ხსნარების მიკროფილტრაციის შედეგად მემბრანაზე გაჩენილი დანალექი არის სხვადასხვა შეფერილობის და სისქის.

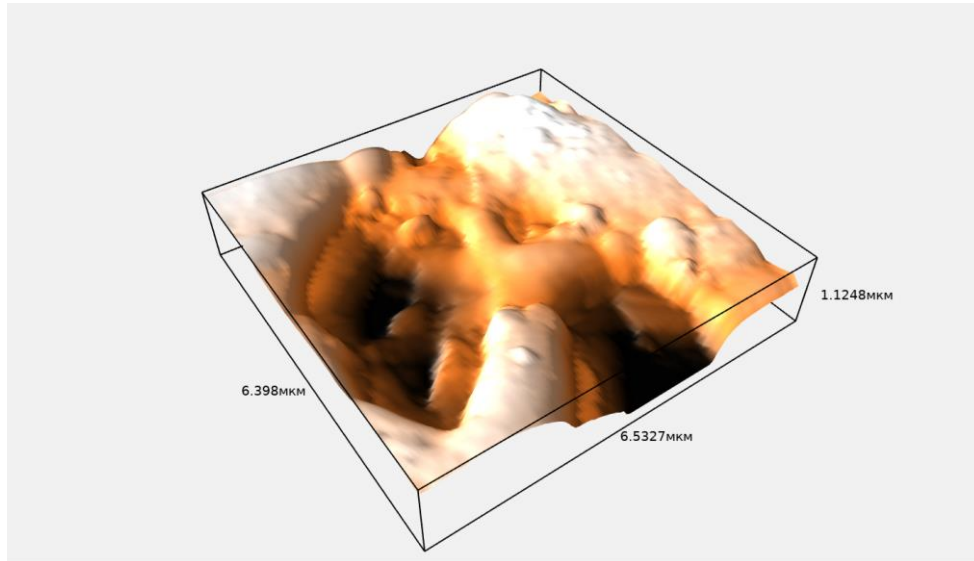


სურათი 2. 5 მკმ ფორის ზომის მემბრანაზე სხვადასხვა სიმღვრივის მოდელური ხსნარების მიკროფილტრაციის შედეგად მემბრანის ზედაპირები წარმოქმნილი დანალექით

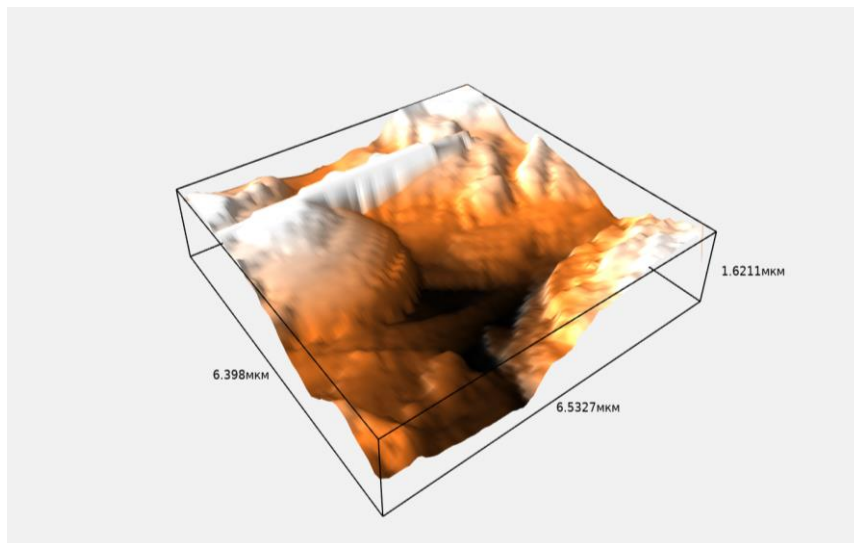
მემბრანების ზედაპირზე არსებული დანალექის წარმოქმნის მექანიზმის დასადგენად ზედაპირები შესწავლილი იქნა მასკანირებელი ზონდური (ტუნელური) მიკროსკოპის საშუალებით.



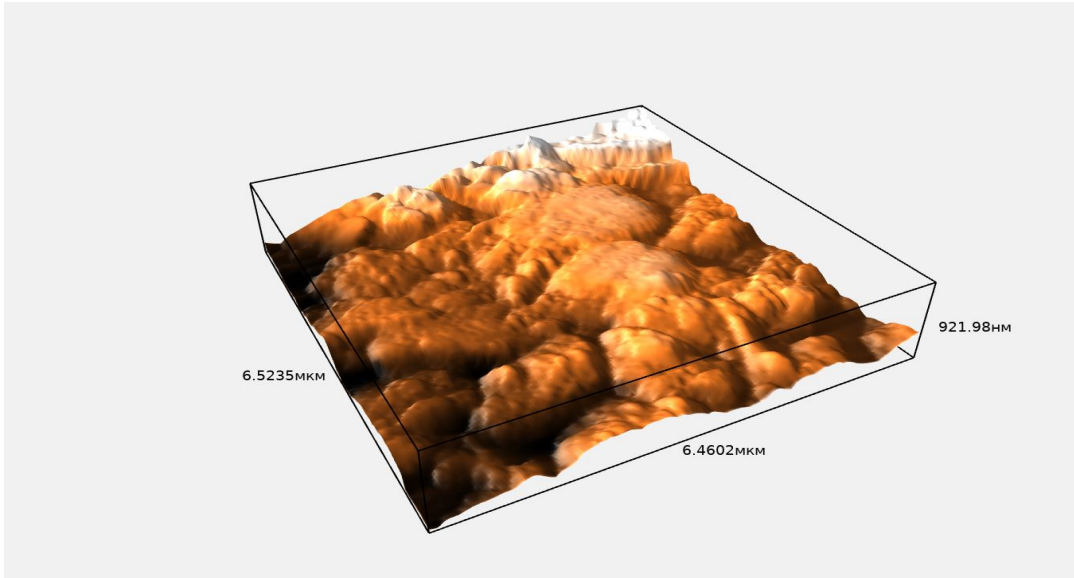
სურათი 3. 5მკმ ფორის ზომის ახალი მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულება



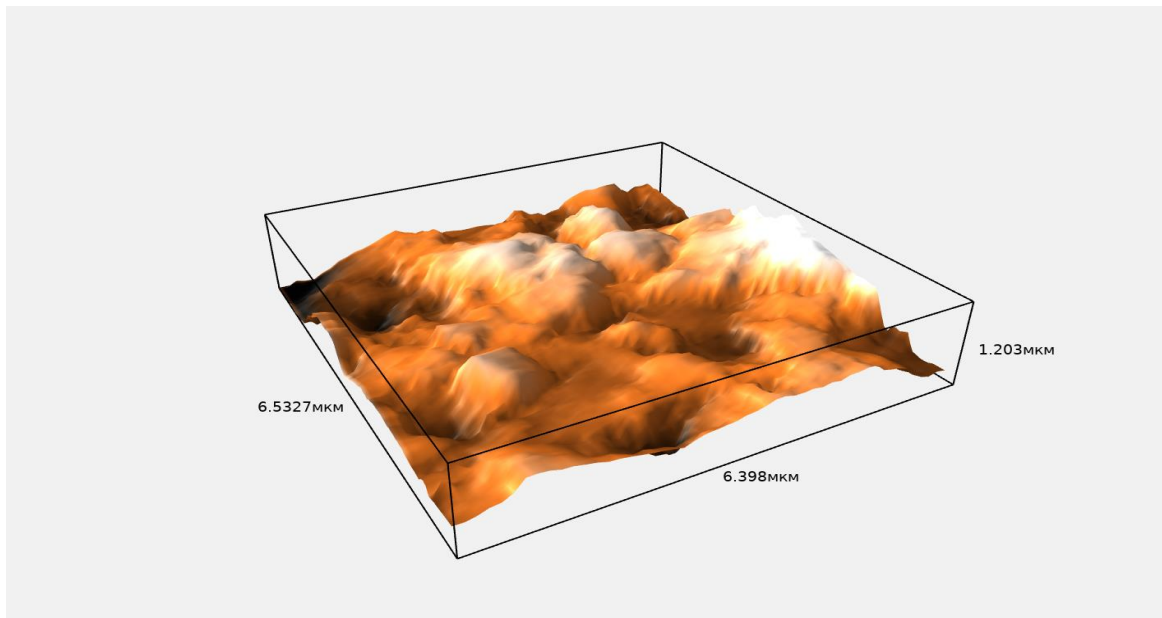
სურათი 4. FTU 1 სიმღვრივის ხსნარის 5მკმ ფორის ზომის მემბრანით მიკროფილტრაციის შემდეგ მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულება



სურათი 5. FTU 5 სიმღვრივის ხსნარის 5მკმ ფორის ზომის მემბრანით მიკროფილტრაციის შემდეგ მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულება



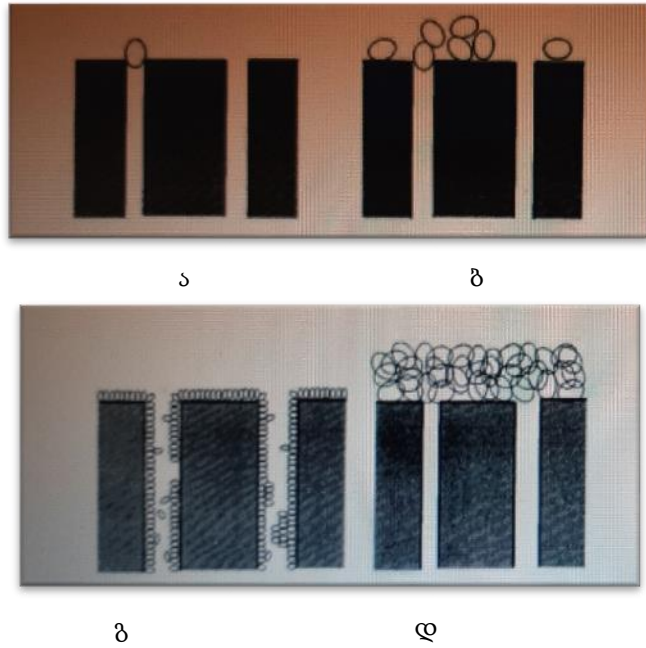
სურათი 6. FTU 10 სიმღვრივის ხსნარის 5მკმ ფორის ზომის მემბრანით მიკროფილტრაციის შემდეგ მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულება



სურათი 7. FTU 20 სიმღვრივის ხსნარის 5მკმ ფორის ზომის მემბრანით მიკროფილტრაციის შემდეგ მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულება

მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპის კვლევის შედეგების მემბრანების ზედაპირების ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულებების შედარებითი ანალიზის საფუძველზე სხვადასხვა სიმღვრივის FTU1, FTU5, FTU10 და FTU20 მოდელური ხსნარების მიკროფილტრაციის პროცესში მემბრანის ზედაპირზე დანალექის წარმოქმნის

მექანიზმის კვლევისათვის შემუშავდა ფილტრაციის თეორიული ოთხი მოდელი: ფილტრაცია ყველა ფორის დახშობით ერთი ნაწილაკის მიერ; ფილტრაცია რამდენიმე ნაწილაკის მიერ ერთი ფორის თანდათანობითი დახშობით (ფილტრაცია ფორების შიგნით ნალექის წარმოქმნით); შუალედური ტიპის ფილტრაცია; ფილტრაცია მემბრანის ზედაპირზე ნალექის წარმოქმნით.



სურათი 8. ფორიდან ზედაპირებზე ფილტრაციის ძირითადი სახეები: ა) ერთი ნაწილაკის მიერ ფორების დახშობა; ბ) რამდენიმე ნაწილაკის მიერ ფორების თანდათანობით დახშობა (ნალექის წარმოქმნა ფორების შიგნით); გ) შუალედური ტიპის დახშობა; დ) ფილტრაცია ნალექის წარმოქმნით.

მიკროფილტრაციული პროცესის ფილტრაციის დინამიკა მემბრანის ზედაპირზე წარმოქმნილი დანალექის მიხედვით საწყის საფეხურზე დამოკიდებულია შეკავებული ნაწილაკების ზომის თანაფარდობასთან მემბრანის ფორის ზომასთან. 10 მკმ, 20 მკმ-მსხვილფორებიან მემბრანაზე კოლოიდური ხსნარების ფილტრაციისას მიმდინარეობს ფილტრაცია ნაწილობრივ დახშული ფორებით, ხოლო მცირე ზომის ფორების მემბრანაზე-2 მკმ, 5 მკმ ფილტრაცია მიდის სრულად დახშული ფორებით.

ცხრილი 6

ონკანის წყლის, FTU1, FTU5, FTU10, FTU20 სიმღვრივის მოდელური ხსნარების გრანულომეტრული შედგენილობა

	FTU1	FTU5	FTU10	FTU20
ნაწილაკის ზომა	328-67%	1474-57,4%	617,3-87,6%	667,9-61,4%
	147, 8-24%	334,8-42,6%	164,2-12,4%	0,62-21,9%
				4,607-16,7%

იმ შემთხვევაში, როდესაც ნაწილაკების გრანულომეტრიული ზომები (ცხრილი 6) აღემატება მემბრანის ფორის ზომებს, მემბრანის ზედაპირზე მიმდინარეობს ნალექის ფენის წარმოქმნა, რაც ნათლად ჩანს სურათიდან 2.



5მკმ მემბრანით FTU1 სიმღვრივის მოდელური ხსნარის ფილტრაციის დროს მემბრანის ხვედრითი წარმადობა შეადგენს 14242 ლ/სთმ<sup>2</sup>, ხსნარის დაბალი სიმღვრივის გამო დანალექის ფენა მცირეა (სურათი 4), ხსნარში არსებული ნაწილაკები თავს იყრის ფორების ირგვლივ და არ ახშობს მემბრანის ფორებს, რის გამოც ხვედრითი წარმადობა მცირედ განსხვავდება ონკანის წყლის ხვედრითი წარმადობისაგან -15151 ლ/სთმ<sup>2</sup>. FTU 5 სიმღვრივის მქონე მოდელური ხსნარის ხვედრითი წარმადობა შეადგენს 13120 ლ/სთმ<sup>2</sup>, ხსნარში არსებული ნაწილაკები მემბრანის ზედაპირზე წარმოქმნის ნალექის ფენას (სურათი 5), რომელიც ნაწილობრივ ახშობს ფორებს და მცირდება ხვედრითი წარმადობა. FTU 10 სიმღვრივის მქონე მოდელური ხსნარის ფილტრაციის შედეგად მემბრანის ზედაპირის უფრო მეტი ფართობია დაფარული ნალექით, რომელიც ახშობს ფორების მეტ რაოდენობას (სურათი 6) და ხვედრითი წარმადობა მცირდება -11460 ლ/სთმ<sup>2</sup>. FTU 20 სიმღვრივის ხსნარის ფილტრაციის შედეგად იზრდება დანალექის ფენის სისქე-სურათი 7, ხსნარში არსებული ნაწილაკები ფარავს მემბრანის მთლიან ზედაპირს, ბლოკირებას უკეთებს ფორებს მათ კედლებზე ნაწილაკების დალექვის შედეგად და მკვეთრად მცირდება ხვედრითი წარმადობა 9200 ლ/სთმ<sup>2</sup>.

ამგვარად, სხვადასხვა სიმღვრივის ბუნებრივი წყლების მიკროფილტრაცია მიმდინარეობს რამოდენიმე საფეხურად: თავდაპირველად, მემბრანის ფორებისა და ფილტრაციის წნევის მიხედვით, მიმდინარეობს ფორების სრული ან ნაწილობრივი დახშობა ფორების, შემდეგ წარიმართება შუალედური ტიპის ფილტრაცია და ამის შემდეგ მიმდინარეობს ფილტრაცია ნალექის წარმოქმნით. ბუნებრივი წყლების სიმღვრივის ზრდასთან ერთად დაბალია ხვედრითი წარმადობების ასიმტოტური მნიშვნელობები.

ჩატარებული სამუშაოების საფუძველზე მომზადდა სამეცნიერო ნაშრომი და გამოქვეყნდა ორი სტატია:

1. „პოლიმერული კომპოზიციის სიბლანტის გავლენა პოლიეთერსულფონური მემბრანების მორფოლოგიაზე“- საქართველოს საიჟინრო სიახლენი, #2, ტ.93, 2021, გვ.104-106
2. „პოლიმერულ კომპოზიციაში მიკროგელური ნაწილაკების ზომის გავლენის შესწავლა მემბრანის მორფოლოგიასა და მახასიათებლებზე-საქართველოს საიჟინრო სიახლენი, #2, ტ.93, 2021, გვ. 121-122.

#### IV პროექტის - I და II მიმართულება:

მემბრანული პროცესის თეორიისა და ტექნიკის განვითარება უკავშირდება, უპირველეს ყოვლისა, მემბრანული პროცესებისა და კონსტრუქციების განვითარებას გაყოფის პროცესის კომპლექსურ გადაწყვეტასთან და ჰიდროდინამიკურ რეჟიმებთან, რომლებიც ამცირებენ კონცენტრაციის პოლარიზაციას.

მემბრანული მოწყობილობების განხორციელებითა და წარმოების დაბალი კონცენტრაციის პოლარიზაციის უზრუნველყოფით რეკომენდაციების შემუშავება ხელს უწყობს საბოლოო პროდუქტის ხარისხის ზრდასა და გაიაფებას. ამ საკითხების გადაჭრაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია მასის გადატანის მათემატიკური მოდელის შემუშავება მემბრანულ მართკუთხა განივი კვეთის არხში მემბრანის მოდულში დასამუშავებელი სითხეების პარამეტრების დასადგენად, რომელთა უზრუნველყოფით მიიღწევა დაბალი კონცენტრაციის პოლარიზაცია. ეს საკითხები უკავშირდება მიკრო-, ულტრა -და ნანოფილტრაციებს. ჩვენი კვლევები ეხება მიკროფილტრაციულ პროცესებს და ამ საკითხების კვლევებს.

ჩვენ მიერ, ერთის მხრივ ცილინდრულ კოორდინატებში ცილინდრულ მილში უკუმში ბლანტი სითხის მოძრაობის ნავიე-სტოქსის დაუმყარებელი მოძრაობის განტოლებების ბაზაზე გამოყვანილი იქნა ჰააგენ-პუაზელის განტოლება და განსაზღვრული იქნა მასში განვითარებული სითხის მოძრაობის სიჩქარე. მეორეს მხრივ რეინოლდსის რიცხვის გამოყენებით დახასიათებულია მიკროფილტრაციული პროცესებში ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმების განხორციელებისათვის საკანში განვითარებული სიჩქარეების დიაპაზონი.

უკუმში ბლანტი სითხის დაუმყარებელი მოძრაობის ნავიე-სტოქსის განტოლებებს ცილინდრულ კოორდინატებში აქვს შემდეგი სახე:

$$\frac{\partial v_r}{\partial r} \frac{dr}{dt} + \frac{\partial v_r}{\partial \varphi} \frac{d\varphi}{dt} + \frac{\partial v_r}{\partial z} \frac{dz}{dt} + \frac{\partial v_r}{\partial t} - \frac{v_\varphi^2}{2r} = -\frac{v_\varphi^2}{2r} \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r} + \nu \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r v_r) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_r}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 v_r}{\partial z^2} - \frac{v_r}{r^3} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} \right] \quad (1)$$

$$\frac{\partial v_\varphi}{\partial r} \frac{dr}{dt} + \frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} \frac{d\varphi}{dt} + \frac{\partial v_\varphi}{\partial z} \frac{dz}{dt} + \frac{\partial v_\varphi}{\partial t} + \frac{v_r v_\varphi}{r} = \frac{v_r v_\varphi}{r} \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial \varphi} + \nu \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r v_\varphi) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_\varphi}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 v_\varphi}{\partial z^2} - \frac{v_\varphi}{r^2} \frac{2}{r^2} \frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} \right] \quad (2)$$

$$\frac{\partial v_z}{\partial r} \frac{dr}{dt} + \frac{\partial v_z}{\partial \varphi} \frac{d\varphi}{dt} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \frac{dz}{dt} + \frac{\partial v_z}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \nu \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_z}{\partial \varphi^2} \right) \quad (3)$$

და უწყვეტობის განტოლება

$$\frac{\partial(r v_r)}{\partial r} + \frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

უკუმში ბლანტი სითხის ერთგანზომილებიანი დამყარებული მოძრაობის განტოლების გამოსაყვანად ჩამოვყალიბოთ განსახორციელებელი ამოცანა. ვთქვათ, ცილინდრულ მილში გვაქვს ერთგანზომილებიანი დამყარებული მოძრაობა ერთი და იგივე სიბლანტის კოეფიციენტი და მუდმივი წნევის სხვაობით. ამ დროს სითხის ნაწილაკები გადაადგილდებიან მილსადენის ღერძის პარალელურად, ანუ გვაქვს ჰააგენ-პუაზეილის მოძრაობა. ამ ამოცანიდან გამომდინარე გვაქვს:

1) დამყარებული მოძრაობა, ამიტომ  $\frac{\partial v_r}{\partial t} = \frac{\partial v_\varphi}{\partial t} = \frac{\partial v_z}{\partial t} = 0$ ; 2) სიჩქარის კომპონენტები  $v_r = v_\varphi = 0$  და  $v_z \neq 0$ ; 3) სასაზღვრო პირობა მილსადენის კედელზე ნაწილაკის სიჩქარე ნულია: თუ  $r=R$   $v_z = 0$  პირობების 1) და 2)-ის გათვალისწინებით ტოლობა(1) და (2) იგივეურად ნული ხდება. (3)-დან მივიღებთ:

$$\frac{\partial v_z}{\partial z} v_z = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \nu \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) \quad (5)$$

ხოლო, განტოლება (4) გვაძლევს

$$\frac{\partial v_z}{\partial z} = 0 \quad (6)$$

რაც ნიშნავს, რომ  $v_z$  არ არის  $z$ -ის ფუნქცია. ამიტომ (5)-ის ნაცვლად გვექნება

$$\begin{aligned} \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} &= \nu \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial v_z}{\partial r} \right), \\ \frac{\partial P}{\partial z} &= \mu \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) \end{aligned} \quad (7)$$

ვინაიდან (6)-ის გამო  $v_z$  არ არის  $z$ -ის ფუნქცია და არის მხოლოდ  $r$ -ის ამიტომაც (7)-ს მაშინ ექნება ადგილი, როდესაც ტოლობის მარცხენა და მარჯვენა მხარეები მუდმივებია:  $\frac{\partial P}{\partial z} = \frac{dP}{dz} = const = C$  და  $\mu \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) = \mu$

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( r \frac{dv_z}{dr} \right) = C, \text{ აქედან}$$

$$\mu \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( r \frac{dv_z}{dr} \right) = \frac{dP}{dz} \quad (8)$$

წარმოვადგინოთ (8) განტოლება ასეთი სახით:

$$\frac{d}{dr} \left( r \frac{dv_z}{dr} \right) = \frac{r}{\mu} \frac{dP}{dz} \quad (9)$$

ამოვიღოთ ინტეგრალი ტოლობის ორივე მხრიდან მივიღებთ:

$$r \frac{dv_z}{dr} = \frac{r^2}{2\mu} \frac{dP}{dz} + C_1 \quad (10)$$

შეგვკვეთოთ ტოლობის ორივე მხარე  $r$ -ზე, მივიღებთ:

$$\frac{dv_z}{dr} = \frac{r}{2\mu} \frac{dP}{dz} + C_1/r \quad (11)$$

ისევ ამოვიღოთ ინტეგრალი ტოლობის ორივე მხრიდან, მივიღებთ:

$$v_z = \frac{r^2}{4\mu} \frac{dP}{dz} + C_1 \ln r + C_2 \quad (12)$$



სასზღვრო პირობიდან გვაქვს თუ  $r=R$ ,  $\frac{R^2}{4\mu} \frac{dP}{dz} + C_1 \ln R + C_2 = 0$  აქედან განვსაზღვროთ  $C_2$ :

$$C_2 = -\frac{R^2}{4\mu} \frac{dP}{dz} - C_1 \ln R \quad (13)$$

შევიტანოთ (12)- ში მივიღებთ:

$$v_z = -\frac{R^2 - r^2}{4\mu} \frac{dP}{dz} \quad (14)$$

ცილინდრულ მილში სიჩქარის განაწილება პარაბოლურია და მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს მილის ღერძზე:

$$v_{zmax} = -\frac{R^2}{4\mu} \frac{dP}{dz} \quad (15)$$

სითხის სიჩქარის მაქსიმალური მნიშვნელობა პროპორციულია წნევის ვარდნისა მილის სიგრძის ერთეულზე (წნევის გრადიენტი მილში) და მილის რადიუსის კვადრატის და უკუპროპორციულია სითხის სიბლანტის.

აქვე, მოვიყვანოთ კაპილარულ მილსადენში ჰააგენ-პუაზეილის დინების სიჩქარეს, რომელიც ცილინდრულ მილში სითხის მოძრაობის სიჩქარისაგან განსხვავდება, კერძოდ, ვიწრო ცილინდრულ მილში გვაქვს დამყარებული ლამინარული მოძრაობა და იგი არხის ღერძის პარალელურია, მაშინ განტოლება(14)-ში შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ  $r=0$ ,  $dP = P_1 - P_2$  და  $dz = z_1 - z_2 = L$  და გვექნება :

$$v = -\frac{R^2}{4\mu} \frac{P_1 - P_2}{L} \quad (16)$$

სადაც  $v$ - სითხის სიჩქარეა მილსადენის გასწვრივ;  $R$ - მილსადენის შიგა რადიუსია;  $\mu$  - გამდინარე სითხის სიბლანტეა;  $L$ - მილსადენის სიგრძეა;  $P_1 - P_2$  - წნევათა სხვაობა მილსადენის შესასვლელში და გამოსასვლელში.

განვიხილოთ  $dS$  ფართობში გამავალი ხარჯი  $Q$  ( დროის ერთეულში მილსადენში გამავალი სითხის მოცულობაა):

$$Q = \oint v(r) dS = -2\pi \int_0^R \frac{r^2}{4\mu} \frac{P_1 - P_2}{L} r dr = -\frac{P_1 - P_2}{L} \frac{2\pi}{4\mu} \int_0^R r^3 dr = \frac{\pi R^4 (P_1 - P_2)}{8\mu L} \quad (17)$$

ზოგადად ცნობილია, რომ ღვინის ნედლეულის შედგენილობა მრავალფეროვანია. იგი შეიცავს ბაქტერიებს, მიკრობებს, შეწონილ ნაწილაკებს, როგორც ორგანულ, ასევე არაორგანულ ნივთიერებებს, როგორცაა წვრილდისპერსიული და კოლოიდური მინარევები, ბაქტერიები, მცირე ზომის უჯრედოვანი ჩხირები, ვირუსული მიკროორგანიზმები. მიკრო-, ულტრა- და ნანოფილტრაციული პროცესების გამოყენებით შესაძლებელია ღვინის გასუფთავება მავნე ნივთიერებებისაგან. მემბრანული ფილტრაციული პროცესები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ღვინის პროდუქციის გაყოფა-გასუფთავებაში, სტაბილიზაციაში, ამ მეთოდით ღვინის დამუშავება არ ცვლის სპირტის, აქროლადი და მინერალური ნივთიერებების რაოდენობრივ შედგენილობას, სატიტრაციო მუავიანობას და ღვინის pH-ს. მემბრანული ფილტრაცია ღვინოში ამცირებს ისეთი კომპონენტების რაოდენობას, როგორცაა ფენოლური და აზოტშემცველი ნაერთები, რაც თავის მხრივ განაპირობებს ღვინის სტაბილურობის გაზრდას ცილოვანი, შექცევადი და შეუქცევადი კოლოიდური შემდგრევისაგან. მემბრანული ფილტრაცია ახდენს ღვინის ტრადიციული ტექნოლოგიური პროცესების გამარტივებას და გამორიცხავს წებოვანი მასალების გამოყენებას ღვინის დამუშავების პროცესებში.

ღვინის ფილტრაციაში მიღებულია რამოდენიმე საფეხურიანი ფილტრაცია: პირველი საფეხურის დროს მსხვილი ნაწილაკების მოცილება ხდება უფრო დიდი ფორის მქონე მემბრანებზე. ხოლო შემდეგ საფეხურზე უფრო მცირე ფორის მქონე მემბრანებზე. ამ პროცესებს წინ უსწრებს ღვინის სითხის ანალიზური და მიკრობიოლოგიური კვლევები და მისი შემადგენელი ნაწილაკების ზომების დადგენა.

ღვინის მიკრო და ულტრაფილტრაციის პროცესების ძირითადი კანონზომიერებების გამოკვლევით სხვადასხვა ტიპის მემბრანებზე და ჰიდროდინამიკური რეჟიმების ვარიაციებით ისაზღვრება ტექნოლოგიური პარამეტრების ცვლილების რაციონალური დიაპაზონი. ამგვარად ხორციელდება მემბრანული სისტემის სადაწნეო საკნის გეომეტრიული და ოპტიმალური რეჟიმული პარამეტრების დადგენა.

ლამინარული ნაკადის განხორციელების გზით შესწავლილი იქნა ტანგენციალური ბარომემბრანული პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა. მიკროფილტრაციულ პროცესში, სადაწნეო საკანში

მოდრაობების დახასიათება თეთრი და წითელი ღვინისათვის მოხდა თეორიულად, რეინოლდსის რიცხვის მიხედვით

$$Re = \frac{v_{\text{საშ}} d}{\nu}$$

$v_{\text{საშ}}$  - სადაწნეო საკანში სითხის განვითარებული საშუალო სიჩქარეა,  $d$  -ჰიდრავლიკური დიამეტრია, რომელიც არა წრიული განივკვეთის არხებისათვის განისაზღვრება ფორმულით  $d = \frac{4S}{\chi}$ ,  $S$ -არხის განივკვეთის ფართობია;  $\chi$ -სველი პერიმეტრია;  $\nu$  -კინემატიკური სიბლანტეა. მიკროფილტრაციული გაყოფის პროცესის თეორიული და ლაბორატორიული კვლევები ჩატარებულია ლაბორატორიულ დანადგარზე, რომლის სადაწნეო საკნის ზომებია: სიგანე -  $B=9$  მმ, სიგრძე -  $L=30$  მმ, სიმაღლე -  $h = 0,6$  მმ; განივკვეთის ფართი -  $S = B h = 5,4$  მმ<sup>2</sup>;  $\chi = 2h + 2B = 1,2+18=19,2$ მმ;  $R = \frac{S}{\chi} = 0,28$  მმ;ჰიდრავლიკური დიამეტრი  $d = 4R = 1,12$  მმ; ცნობილია  $20^{\circ}\text{C}$  -ანი ღვინის კინემატიკური სიბლანტე  $\nu = 1,5168$  მ<sup>2</sup>/წმ -ს. ხოლო მემბრანის ფართობი-  $\omega = B L = 270$  მმ<sup>2</sup> . სადაწნეო საკნის ამ მოცემული გეომეტრიისათვის ღვინის მიკროფილტრაციული პროცესების რეჟიმების დახასიათება მოხდა საკანში განვითარებული მოძრაობების სიჩქარეებით. სადაწნეო საკანში მიკროფილტრაციულ პროცესში მოძრაობების დახასიათება თეთრი და წითელი ღვინისათვის მოცემულია ცხრილში1.

ცხრილი 1

სადაწნეო საკანში ნაკადის მოძრაობის სიჩქარეების შესაბამისი რეინოლდსის რიცხვი

$v_{\text{საშ}}$ (მ/წმ)	0,5	1	1,5	2	2,5	2,7	3
$v_{\text{საშ}} d$ (მმ <sup>2</sup> /წმ)	560	1120	1680	2240	3000	3024	3360
$Re = \frac{v_{\text{საშ}} d}{\nu}$	371	742	1112	1483	1986	2002	2225

ცნობილია, რომ რეინოლდსის რიცხვის 2000-ზე ნაკლები მნიშვნელობები სადაწნეო საკანში ლამინარულ დინებაზე მიუთითებს. სითხის ნაკადის ლამინარული დინების სიჩქარის მაჩვენებლები სადაწნეო საკნისათვის, როგორც ცხრილი1-დან ჩანს, შეესაბამებოდა 0,5 მ/წმ, 1 მ/წმ, 1,5მ/წმ, 2მ/წმ, 2,5მ/წმ მნიშვნელობას. ხოლო 2,7მ/წმ სიჩქარის და მეტი მნიშვნელობებისათვის რეინოლდსის რიცხვი 2000-ს აღემატება. აქედან გამომდინარე, მემბრანული აპარატის სადაწნეო საკანში 2,7 მ/წმ სიჩქარიდან მეტი მნიშვნელობებისათვის ადგილი აქვს ტურბულენტურ რეჟიმულ დინებებს. ამ ცხრილის საშუალებით დადგინდა სიჩქარის დიაპაზონები: ლამინარული დინებებისათვის  $v < 2,7$  მ/წმ და ტურბულენტური დინებებისათვის  $v \geq 2,7$  მ/წმ . თეთრი ღვინისათვის ფორმაზინის ერთეულით FTU-0,32, FTU-3, FTU-5 და FTU-10, წითელი ღვინისათვის სიმღვრივით FTU-0,32, FTU-3, FTU-5 და FTU-10. შერჩეული იქნა ყველაზე დიდი სიმღვრივის FTU-10 ვინაიდან, ღვინომასალებისათვის სიმღვრივის განმსაზღვრელი კომპონენტები უფრო დატვირთული სისტემებისათვის მასაგადატანის პროცესის ანალიზი და ორგანიზება უზრუნველყოფს როგორც მაღალი ხარისხის, ასევე დაბალი ხარისხის ღვინომასალების გადამუშავებას. ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა 1 ატმ. წნევისა და 0,5 მ/წმ სიჩქარის დროს 0,2მკმ; 0,45მკმ; 0,65 და 0,8მკმ ზომის ფორის მემბრანებით ნაკადის მოძრაობის ლამინარული რეჟიმის პირობებში. ექსპერიმენტების შედეგები მოტანილია ცხრილში 2 და ცხრილში 3.

## ცხრილი 2

თეთრი ღვინის ფილტრაციით მიღებული წარმადობები ლამინარული რეჟიმის პირობებში

მემბრანების ფორის ზომები (მკმ)	ხვედრითი წარმადობები (ლ/(მ <sup>2</sup> სთ))
0,2	100
0,45	120
0,65	150
0,8	180

0,2მკმ; 0,45მკმ; 0,65 და 0,8 მკმ ფორის ზომის მემბრანების ხვედრითი წარმადობა უზრუნველყოფს მემბრანული დანადგარების საწარმოო მოთხოვნებს. 0,2მკმ; 0,45მკმ ფორის ზომის მემბრანები უზრუნველყოფენ ღვინის ფინიშურ სტერილურ ფილტრაციის ხარისხს. თეთრი ღვინის შემთხვევაში 0,2 მკმ ფორის ზომის მემბრანით აღჭურვილი საწარმოო დანადგარი აკმაყოფილებს საერთაშორისო სტანდარტებს.

## ცხრილი 3

წითელი ღვინის ფილტრაციით მიღებული წარმადობები ლამინარული რეჟიმის პირობებში

მემბრანების ფორის ზომები (მკმ)	ხვედრითი წარმადობები (ლ/(მ <sup>2</sup> სთ))
0,2	50
0,45	60
0,65	80
0,8	100

0,2მკმ; 0,45მკმ; 0,65 და 0,8 მკმ ფორის ზომის მემბრანების ხვედრითი წარმადობა უზრუნველყოფს მემბრანული დანადგარების საწარმოო მოთხოვნებს. 0,2მკმ; 0,45მკმ ფორის ზომის მემბრანები უზრუნველყოფენ ღვინის ფინიშურ სტერილურ ფილტრაციის ხარისხს. წითელი ღვინის შემთხვევაში 0,2 მკმ ფორის ზომის მემბრანით აღჭურვილი დანადგარი ფილტრაციის პროცესში შესაძლოა შეეხოს ღვინის სხეულს და შეცვალოს მისი ხარისხობრივი მაჩვენებლები. წითელი ღვინის შემთხვევაში 0,45 მკმ ფორის ზომის მემბრანით აღჭურვილი საწარმოო დანადგარი აკმაყოფილებს საერთაშორისო სტანდარტებს.

თეორიული და ექპერიმენტული შედეგების საფუძველზე FTU-10 სიმღვრივის თეთრი და წითელი ღვინისათვის შემუშავებულია სადაწნეო საკანის გეომეტრიის პირველადი კონფიგურაცია, რომლის დროსაც ნაკადის სიჩქარეა 0,5 მ/წმ, სადაწნეო საკანში წნევა 1 ატმ., ხოლო სადაწნეო საკანის სიმაღლე შეადგენს  $h=0,6$ მმ, რაც განსაზღვრავს დანადგარის კონსტრუქციული ელემენტების ზღვრულ პარამეტრებს და მემბრანების

ერთეულ მოცულობაში განთავსების პირობებს. თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებით განისაზღვრა თეთრი და წითელი ღვინის მიკროფილტრაციული პროცესის ხვედრითი წარმადობის ასიმპტოტური მნიშვნელობები, რაც უზრუნველყოფს მემბრანული სისტემის როგორც ნახევრად ავტომატურ, ასევე სრული ავტომატიზაციის საკითხების გადაწყვეტას.

ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა 1 ატმ. წნევისა და 4,3 მ/წმ სიჩქარის დროს 0,2მკმ; 0,45მკმ; 0,65მმ და 0,8მკმ ზომის ფორის მემბრანებით ნაკადის მოძრაობის ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში. ნაკადის მოძრაობის ტურბულენტური რეჟიმის განხორციელებისას ენერგეტიკული დანახარჯების შემცირების მიზნით სადაწნეო საკანის გეომეტრიული კონფიგურაციის ოპტიმიზაციამ განაპირობა მისი სიმაღლე, რაც შეადგენს  $h = 0,4$  მმ. თეორიული ექსპერიმენტული კვლევის ხვედრითი წარმადობის შედეგები FTU-10 თეთრი და წითელი ღვინისათვის 0,2მკმ; 0,45მკმ; 0,65მმ და 0,8მკმ ფორის ზომის მემბრანებისათვის მოტანილია ცხრილში 4.

#### ცხრილი 4

თეთრი და წითელი ღვინის ფილტრაციით მიღებული წარმადობები ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში

მემბრანების ფორის ზომები (მკმ)	ხვედრითი წარმადობები (ლ/(მ <sup>2</sup> სთ))	
	თეთრი ღვინო	წითელი ღვინო
0,2	130	60
0,45	160	80
0,65	190	90
0,8	240	130

ექსპერიმენტების შედეგებმა აჩვენა, რომ ტურბულენტური რეჟიმის განხორციელების დროს თეთრი ღვინის შემთხვევაში წარმადობა იზრდება  $\approx 25\%$  – ით, ხოლო წითელი ღვინის შემთხვევაში  $\approx 20\%$ .

FTU-0,32, FTU-3, FTU-5, FTU-10, სიმღვრივის თეთრი და FTU-0,8, FTU-3, FTU-5, FTU-10, სიმღვრივის წითელი ღვინისათვის ტურბულენტური ნაკადის მიკროფილტრაციული პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა 0,2მკმ, 0,45მკმ, 0,65მკმ, 0,8მკმ ფორის ზომის მემბრანებით. ექსპერიმენტულმა შედეგებმა შესაძლებლობა მოგვცა FTU-10 სიმღვრივის მქონე თეთრი და წითელი ღვინისათვის შემუშავებულიყო სადაწნეო საკანის გეომეტრიის პირველადი კონფიგურაცია, წნევა სადაწნეო საკანში 1 ატ, და ნაკადის სიჩქარე- 4,3 მ/წმ, სადაწნეო საკანის სიმაღლე  $h = 0,4$  მმ საშუალებას იძლევა მემბრანის გამყოფ ზედაპირზე შემცირდეს მაღალი ძვრის დაბევის წარმოქმნა და კონცენტრაციული პოლარიზაციის ხარისხი. თეორიული კვლევების საფუძველზე განხორციელდა მემბრანის ახლო სივრცეში „გელის“ შრის აღმგზნები მექანიზმის ანალიზი და მისი კორექცია ძვრის დაბევის ხარისხობრივ მაჩვენებლებთან. აპარატში სითხის ნაკადების სწორად შერჩეულმა სისტემამ უზრუნველყო მემბრანების ზედაპირთან მაღალი ძვრის დაბევის წარმოქმნა, რომლებიც განაპირობებენ კონცენტრაციული პოლარიზაციის კონტროლის საშუალებას მემბრანების მაქსიმალურ თვითგაწმენდის ორგანიზების მიზნით.

თეორიული და ექსპერიმენტული შედეგების საფუძველზე FTU-10 სიმღვრივის თეთრი და წითელი ღვინისათვის შემუშავებულია სადაწნეო საკანის გეომეტრიის პირველადი კონფიგურაცია, რომლის დროსაც

ნაკადის სიჩქარეა 4,3 მ/წმ, სადაწნეო საკანში წნევა 1 ატმ., ხოლო სადაწნეო საკანის სიმაღლე შეადგენს  $h=0,4$  მმ, რაც განსაზღვრავს დანადგარის კონსტრუქციული ელემენტების ზღვრულ პარამეტრებს და მემბრანების ერთეულ მოცულობაში განთავსების პირობებს. თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებით განისაზღვრა თეთრი და წითელი ღვინის მიკროფილტრაციული პროცესის ხვედრითი წარმადობის ასიმპტოტური მნიშვნელობები, რაც უზრუნველყოფს მემბრანული სისტემის როგორც ნახევრად ავტომატურ, ასევე სრული ავტომატიზაციის საკითხების გადაწყვეტას.

ჩატარებული სამუშაოების საფუძველზე მომზადდა სამეცნიერო ნაშრომი და გამოქვეყნდა ერთი სტატია:

1. “ ჰააგენ-ჰუაზელის მოძრაობა სადაწნეო მილში და ბარომემბრანული პროცესები“ - საქართველოს საინჟინრო სიახლენი №2 , ტ. 93 ,2021, გვ.

## V პროექტის - I მიმართულება

ღვინის, ხილის წვენების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების მიკრობიოლოგიური კვლევის მეთოდების დამუშავება, სტანდარტული ხსნარებისა და ანალიზისთვის საჭირო შესაბამისი ნიადაგების მომზადება.

მიმართულება მიზნად ისახავს, ღვინის, ხილის წვენების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების მიკრობიოლოგიური კვლევის მეთოდების დამუშავებას, სტანდარტული ხსნარებისა და ანალიზისთვის საჭირო შესაბამისი ნიადაგების მომზადებას.

ღვინო, სასმელი და ჩამდინარე წყლები, უმეტესად ქიმიურად და ბაქტერიოლოგიურად დაბინძურებულია. ღვინისა და წყლის სისუფთავის ხარისხისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგების სწორ შერჩევას, საანალიზო ხსნარების სტერილურ ფილტრაციასა და საერთო მიკრობული დაბინძურების მაჩვენებელს.

ღვინოსა და წყალში მიკრობიოლოგიური ანალიზის ფილტრაციისთვის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის მემბრანული პროცესების კვლევისა და ნანოტექნოლოგიების დამუშავების განყოფილებაში, ფიზიკურ-ქიმიური ლაბორატორიის მონაწილეობით შეიქმნა და დამზადდა უახლესი ტიპის ჩიხური მიკრო- და ულტრაფილტრაციის ღია საკნიანი მემბრანული საფილტრაცი მოწყობილობა - ბიორეაქტორი, ხოლო 0,2 - 0,45 მკმ ფორის ზომის სტერილური მემბრანა დამზადდა ნანოკომპოზიური მასალების დამუშავების განყოფილებაში. ბიორეაქტორზე შემუშავდა ფილტრაციის სრული ტექნოლოგიური ციკლი და განსაზღვრის მეთოდიკა.

ინსტიტუტში შექმნილი ბიორეაქტორის სპეციფიკის გათვალისწინებით დამუშავდა ღვინის, ხილის წვენების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების მიკრობიოლოგიური კვლევის მეთოდები ISO სტანდარტების მიხედვით ღვინისთვის - ISO 9308-1:2014, ISO 10718:2002, ISO 7218:2007; წყლისთვის - ISO 9308-1:2014, ISO 7899-2:2007, ISO 19250:2010/2013, ISO 6222: 2008,ГОСТ 2669 ბრძ.58 სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი. დამზადდა, სტანდარტული ხსნარები და ანალიზისთვის საჭირო შესაბამისი ნიადაგები - ENDO AGAR, SLANETS BARTLEY AGAAR, YEAST EXSTRAT AGAR, BILE AESCULIN AZIDE AGAR, PSEUDOMONS SELECTIVE AGAR.

მიკრობიოლოგიური კვლევისთვის ფიზიკურ-ქიმიურ ლაბორატორიაში მომზადდა, ნიადაგები, დამუშავდა გრამის მეთოდით შეღებვის ინსტრუქცია, მკვრივ და თხიერ ნიადაგზე მასალის დათესვის ტექნიკა, ანაერობული ბაქტერიების კულტივირების და მიკრობთა ზომების განსაზღვრის მეთოდი. შესწავლილი იქნა მიკრობთა კულტურული თვისებების განსაზღვრა საკვებ ნიადაგებზე ზრდის ხასიათის მიხედვით, მიკრობთა ბიოქიმიური მეთოდები, ასევე სასმელი და ღია წყალსატევების წყლის ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევის საერთო მიკრობული დაბინძურების, კოლიტიტრის, კოლიინდექსის მეთოდები.

მემბრანული ფილტრაცია ღვინის მექანიკური გაწმენდის მეთოდია, რომელიც მიმართულია მემბრანის ზედაპირის მიმართ ტანგენციალურად და უზრუნველყოფს არასასურველი ფერმენტებისა და მიკროორგანიზმების შეკავებას, რაც განაპირობებს ღვინის სტერილიზაციას. მემბრანული საფილტრაცი მოწყობილობის - რეაქტორის და 0,2-0,45 ფორის ზომის მემბრანების გამოყენებით ჩატარდა მტკნარი წყლისა და კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ მიკროფილტრაცია მათი მიკრობიოლოგიური ანალიზის მიზნით.

კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ ღვინის მიკრობიოლოგიური ანალიზი

№	დასახელება	განსასაზღვრავი პარამეტრი	ნორმა	შედეგი
1.	წყალი	კოლიფორმები E.coll	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
2.	ღვინო	ველური საფუარი	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		ობის სოკო	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		რძე მჟავა	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		ძმარმჟავა	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
3.	ღვინო ფილტრატი 0,45 მკრ	საფუარი	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		ობის სოკო	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		რძემჟავა	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		ძმარმჟავა	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა

კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ მიკრობიოლოგიურმა ანალიზმა მიკროფილტრაციის შემდეგ გვიჩვენა, რომ ღვინო ინარჩუნებს თავის გემოვნებას, ხდება უფრო გამჭირვალე, რაც აუმჯობესებს ღვინის ხარისხსა და შენახვისუნარიანობას.

მდინარე მტკვრის წყალი გაიფილტრა ულტრაფილტრაციულ დანადგარზე 0,01 მკმ ფორის ზომის მემბრანებით. მიკრობიოლოგიური ანალიზისათვის სინჯი გატარდა მიკრობიოლოგიურ საფილტრავ დანადგარზე - ბიორეაქტორზე, 0,45 მკმ ფორის ზომის სტერილურ მემბრანულ ფირზე. განისაზღვრა წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზის მთავარი კომპონენტები - მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმები, საერთო კოლიფორული ბაქტერიები, ეშერიხია კოლი, პათოგენური მოკროორგანიზმები მათ შორის, Salmonela, Pseudomonas aeruginosa, Streptocoos faecalis.

ულტრაფილტრაციულ დანადგარზე დამუშავებული მდინარე მტკვრის წყლის მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები

ინდიკატორი	საზომი ერთეული	ნორმატივი	ანალიზის შედეგი ულტრაფილტრაციამდე	ანალიზის შედეგი ულტრაფილტრაციის შემდეგ
მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმების რაოდენობა, 1 მლ-ში 22 °C 37 °C	100 20	არა უმეტეს	60 25	არ აღმოჩნდა
ტოტალური კოლიფორმული	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
E.coli კოლი	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
პათოგენური მოკროორგანიზმები მათ შორის <i>Salmonella</i>	100 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	250 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
<i>Streptocoos faecalis</i>	250 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა

ჩატარებული ბარომემბრანული პროცესების კვლევისა და ბიორეაქტორზე დამუშავებული ნიმუშების მიკრობიოლოგიური ანალიზების შედეგების მიხედვით დამუშავდა, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უვნებელი წყლის მიღების ტექნოლოგია, მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების სტანდარტის დაცვით.

დადგინდა, რომ ულტრაფილტრაციული 0,01 მკმ ფორების ზომის მემბრანებით დამუშავებულ მტკვრის წყალში არ გამოვლინდა მიკროორგანიზმები.

შესწავლილი იქნა, ქიმიური და მიკრობიოლოგიური მახასიათებლების გავლენა შავი ზღვის წყლის ეკოსისტემაზე, საქართველოს ტერიტორიის სანაპირო ზოლში.

შავი ზღვის წყლის სანაპირო ზოლში აღებულ სინჯებზე ჩატარებული იყო მიკრობიოლოგიური კვლევა, რამაც აჩვენა ზღვის წყლის დაბინძურება. ბაქტერიებმა, რომლებიც ენდოს ნიადაგზე იზრდებიან წარმოიქმნა ვარდისფერი კოლონიები, იისფერი, მომწვანო მეტალის ბზინვარებით. ულტრაფილტრაციის შემდეგ მოხდა დაბინძურებული წყლის გაწმენდა, აღნიშნული კოლონიები აღარ წარმოიქმნა.





სურ.1 ენდოს ნიადაგი ინკუბაციამდე



სურ.2 ენდოს ნიადაგი ინკუბაციის შემდეგ

## ცხრილი 3

შავი ზღვის წყლის აუზის მიკრობიოლოგიური ინდიკატორები შესაბამისი სტანდარტული საზომი ერთეულებითა და მემბრანული ულტრაფილტრაციის შედეგად მიღებული მაჩვენებლებით.

ინდიკატორი	საზომი ერთეული	ნორმატივი	ანალიზის შედეგი ულტრაფილტრაციამდე	ანალიზის შედეგი ულტრაფილტრაციის შემდეგ
მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმების რაოდენობა, 1 მლ-ში 22 °C 37 °C	100 20	არა უმეტეს	75 30	არ აღმოჩნდა
ტოტალური კოლიფორმული ბაქტერიები	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
E.coli	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ	არ დაიშვება	2	არ აღმოჩნდა
პათოგენური მოკროორგანიზმები მათ შორის <i>Salmonella</i>	100 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	250 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
<i>Streptocoos faecalis</i>	250 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა

კვლევის შედეგის საფუძველზე დამუშავდა, შავი ზღვის ზოლში საკურორტო ინფრასტრუქტურისათვის საცურაო აუზებისა და სასმელი წყლების სტერილიზაციის ულტრაფილტრაციული ტექნოლოგია და დადგენილი იქნა, შავი ზღვის წყლის ულტრაფილტრაციის შედეგად 0,01 მკმ სისქის ფოროვანი მემბრანებით წყლის მიკრობიოლოგიური გაწმენდა-გაუსწებოვნების მეთოდი.



**II მიმართულება** - ღვინის, ხილის წვენების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზი ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების განსაზღვრის მიზნით მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავებამდე და დამუშავების შემდეგ.

დამუშავებული და შესწავლილი იქნა ღვინის, ხილის წვენების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები დაუმუშავებელ საკვლევ ხსნარებში და მიკროფილტრაციული დამუშავების შემდგომ პილოტურ ლაბორატორიულ დანადგარზე. დამზადდა და განისაზღვრა შესაბამისი ანალიზის მეთოდები ღვინის, ხილის წვენების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზისა და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის შესაბამისი ISO სტანდარტის მიხედვით - FTIR FOSSNI, OIV-MA-AS323-04, OIV-MA-AS2-03, OIV-MA-AS-315-03, ME-W-ICP6-14.

მიკროფილტრაციული მებრანული დანადგარით მოვახდინეთ წყალში, ღვინოსა და ხილის წვენში წვრილდისპერსული და კოლოიდური მინარეების, მიკროორგანიზმების ანალიზისთვის სათანადო დონეზე კონცენტრირება. ღვინის მჟავიანობა სტანდარტის მიხედვით ევროპული და წითელი ღვინოებისთვის pH = 3,41 ÷ 3,60, ევროპული ტიპის ღვინოები მეტი მჟავიანობით ხასიათდებიან, ვიდრე კახური თეთრი და წითელი ღვინოები pH = 3,5 ÷ 3,70. მაღალმჟავიანი ღვინის შენახვა უფრო მარტივია, რადგან ღვინის ტიტრული მჟავიანობა განაპირობებს ღვინის pH. ზომიერი მჟავიანობა ღვინოს მატებს სიხალისეს, დაბალმჟავიანი ღვინო დუნეა, მაღალმჟავიანი აგრესიული. ტიტრული მჟავიანობა ასევე მოქმედებს ღვინის ფერსა და Vსტაბილურობაზე. განსაზღვრული იყო, კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ ჯიშის pH მაჩვენებელი ხელსაწყო იონომერით (II-160. 1MII), ხოლო სიმღვრივე ხელსაწყოზე - Turb 555 IR ფილტრაციამდე და ფილტრაციის შემდეგ.

ცხრილი1

კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ ღვინის ორგანოლექტიკური და ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები

№	განსაზღვრავი პერიმეტრი	„ხაშმის საფერავი“ ფილტრაციამდე	„ხაშმის საფერავი“ ფილტრაციის შემდეგ 0,45 მკრ
1.	გემო	ხავერდოვანი, სხეულიანი	ხავერდოვანი, სხეულიანი
2.	ფერი	მუქი წითელი	მუქი წითელი
3.	pH	3,4	3,6
4.	სიმღვრვე NTU	3,43	0,17
5.	ტიტრული მჟავიანობა გ/ლ	5,0	5,0
6.	მქროლავი მჟავიანობა გ/ლ	0,36	0,38
7.	ღვინის მჟავა გ/ლ	1,75	1,62
8.	ტანინი გ/ლ	0,78	0,66
9.	უმაქრო ექსტრატი გ/ლ	13,33	12,19
10.	ეთილის სპირტი %	12,8	12,8
11.	რკინა მგ/ლ	9,95	9,60

ხილის გადამამუშავებელი საწარმოების მიერ არ ხდება ნარჩენების სრულყოფილი გამოყენება, ხდება ნარჩენის გადაყრა, რაც იწვევს შემდგომში მათი ლპობის შედეგად ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუარესებას – აბინძურებს ნიადაგს, წყალსა და ჰაერს. ხილის გადამამუშავებისათვის აუცილებელია ისეთი საწარმოების

არსებობა, რომლებიც უზრუნველყოფენ საწარმოო ნარჩენების გარეშე მაღალხარისხოვანი, კონკურენტუნარიანი პროდუქციის მიღებას. განისაზღვრა მანდარინის ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები.

მანდარინის ნატურალური წვენი - გაუმჟვრვალე, ღია ნარინჯისფერი რბილობის შემცველი წვენია, მანდარინისათვის დამახასიათებელი ოდნავ მომწარო გემოთი. მშრალი ნივთიერების შემცველობა – 10%. მდიდარია კაროტინებით და C, A, P ვიტამინებით. შეიცავს მინერალურ მარილებს, ორგანულ მჟავებს და აქვს პროფილაქტიკური თვისებები.

ცხრილი 2.

მანდარინის ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

№	განსაზღვრავი პერიმეტრი	მანდარინის წვენი ფილტრაციამდე	მანდარინის წვენი ფილტრაციის შემდეგ 0,45 მკრ
1.	გემო	ოდნავ მომწარო გემო	ოდნავ მომწარო გემო
2.	ფერი	ღია ნარინჯისფერი	ღია ნარინჯისფერი
3.	pH	3,0	3,2
4.	სიმღვრვე NTU	32,40	0,95
5.	ხვედრითი წონა %	1,054	1,054
5.	ტიტრული მჟავა გ/ლ	4,43	4,43
6.	საერთო შაქარი გ/ლ	14,3	14,0
7.	ინვერსიული შაქარი %	12,3	11,5
8.	ექსტრატი მგ/ლ	159,93	157,32
9.	ტანინი გ/ლ	0,54	0,54

კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ და მანდარინის წვენის ფილტრაციისას შეიცვალა სიმღვრვის მაჩვენებელი. კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ შემთხვევაში საწყისი სიმღვრვე 3,43 NTU -დან შემცირდა 0,17 NTU -მდე, ხოლო მანდარინის შემთხვევაში საწყისი 32,40 NTU -იდან და 0,95 NTU -მდე, რაც იმას მიუთითებს, რომ ღვინისა და მანდარინის წვენი გახდა გამჟვრვალე და სტერილური.

ასევე, გამოკვლეული იქნა მდინარე ხრამისა და მაშავერას ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები და მასში შემავალი ზოგიერთი იონის კონცენტრაცია ხელსაწყო იონომერით (И-160. 1МП). განისაზღვრა სიმღვრვე ხელსაწყოზე - Turb 555 IR, ელექტროგამტარობა - კონდუქტომეტრი KEJI-1M2 საწყის სინჯებში ტანგენციალური ფილტრაციის მიკროფილტრაციულ დანადგარზე გატარების შემდეგ.

მდინარე მაშავერას, ხრამისა და მისი ძირითადი შენაკადების წყლის დაბინძურების წყაროს წარმოადგენს დასახლებული პუნქტების საწარმოო და საყოფაცხოვრებო, სასოფლო-სამეურნეო ჩამდინარე წყლები, მდინარის სანაპიროზე არასანქცირებული ნაგავსაყრელები, გაუმართავი საკანალიზაციო სისტემის ჩამდინარე წყლები, კომერციული ობიექტების კომპლექსებიდან წარმოქმნილი საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები, ასევე, ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების არ არსებობა.

ცხრილი 3.

მდინარე ხრამისა და მამავერას წყლის ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

№	პარამეტრები	განზომილება	ნორმატივი არა უმეტეს	მდ.ხრამი ფილტრა ციამდე	მდ.ხრამი ფილტრა ციის შემდეგ	მდ. მამავერა ფილტრა ციამდე	მდ.მამავერა ფილტრაციის შემდეგ
1.	ტემპერატურა	გრადუსი	-	12		11,6	
2.	სუნი	ბალი	1	0	0	0	0
3.	გემო	ბალი	1	-	-	-	-
4.	ფერი	გრადუსი	15	0	0	0	0
5.	სიმღვრივე	FNU	2	7,71	5,4	258,7	181,00
6.	შეწონილი ნაწილაკები	მგ/ლ	-	27,0	12,4	495,0	285
7.	პერმანგანატული ჟანგვადობა	მგO <sub>2</sub> /ლ	3	2,4	2,1	5,7	4,8
8.	გახსნილი ჟანგბადი	მგ/ლ	> 4	14,7	13,8	16,4	15,2
9.	ელექტროგამტარობა	CMM	-	198,6	198,6	422,5	422,5
10.	წყალბადური მაჩვენებელი	pH	6,5÷ 8,5	7,68	7,2	7,75	7,4
11.	ქლორიდები Cl <sup>-</sup>	მგ/ლ	350	6,48	4,53	10,20	7,14
12.	სიხისტე	მგ.ექვ./ლ	7	3,40	2,38	8,80	6,16
13.	ჰიდროკარბონატები	მგ/ლ	-	202,50	141,75	364,10	254,87
14.	კალციუმი Ca <sup>2+</sup>	მგ/ლ	140	44,70	31,29	120,60	84,42
15.	მაგნიუმი Mg <sup>2+</sup>	მგ/ლ	85	10,56	7,39	24,18	16,93
16.	ნატრიუმი Na <sup>+</sup>	მგ/ლ	200	12,40	8,68	32,00	22,4
17.	ამონიუმი NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	მგ/ლ	0,39	<0,1	<0,07	<0,1	<0,07
18.	ნიტრატები NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	მგ/ლ	45	6,44	4,51	15,48	10,83
19.	ნიტრიტები NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	მგ/ლ	3,3	<0,098	<0,069	<0,098	<0,069

20.	ბარიუმი Ba <sup>2+</sup>	მგ/ლ	0,1	0,08	0,056	0,20	0,10
21.	ფტორი F <sup>-</sup>	მგ/ლ	0,05	0,16	0,11	0,46	0,12

ფიზიკო-ქიმიური ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ მდინარე ხრამი და მაშავერა მიეკუთვნება ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან ტიპის წყალს. მაკრო- და მიკროელემენტების კონცენტრაციათა მნიშვნელობები ნაკლებია სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის მიხედვით ნორმატიულად დასაშვებ სიდიდეებზე, მომატებული რაოდენობით იყო მხოლოდ ფტორი და მდინარე მაშავერას წყალი პერმანგანატული ჟანგადობის მიხედვით მიეკუთვნებოდა დაბინძურებულ წყალს.

### III მიმართულება

სასმელი წყლისა და ღვინის სტერილურ-ფინიშური ფილტრაციის ოპტიმიზაციის მიზნით აქტუალურია ისეთი თვისებების მქონე მემბრანების შექმნა, რომლებიც გამორჩეულნი იქნებიან სათანადო ფორის ზომებით, ერთეულ ფართობზე მაღალი ფორიანობით, ზედაპირის რელიეფის დაბალი სიმქისითა და მაღალი ხვედრითი წარმადობით. მათი გამოყენება ხელს შეუწყობს პროდუქტის სტერილურ-ფინიშური ფილტრაციის პროცესის გამარტივებას, რაც უზრუნველყოფს საწარმოების ენერგოდანახარჯების მნიშვნელოვან დაზოგვას. თხევადი და გამყარებული ფაზის ანალიზური კვლევა განაპირობებს დასამუშავებელი ხსნარებისათვის მაღალხარისხოვანი მემბრანების შექმნასა და დამზადებას.

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა პოლიმერული კომპოზიციების თხევადი ფაზის ანალიზური კვლევა და მიკროგელური ნაწილაკების კონტროლი პოლიმერის გაჯირჯვებისა და გახსნის პროცესის მონიტორინგისათვის და პოლიმერის თხევადი ფაზის სიბლანტის კვლევა.

მაღალი ხვედრითი წარმადობის მემბრანის მისაღებად კვლევის პროცესში შერჩეულია: პოლიამიდები, გამხსნელები, ორგანული და არაორგანული დანამატები, რომელთა გამოყენებით დამზადებულია სხვადასხვა შედეგენილობის პოლიმერული კომპოზიციები. კვლევისას გამოყენებულია ლაბორატორიული ხელსაწყოები: ვაკუუმ თერმოსტატი - POLEKO, მოდელი ST; პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპი - Biolar, გადიდების დიაპაზონით 270-400, 10.7 მეგაპიქსელი მკაფიოობის ციფრული კამერით, საკვლევი ობიექტის ჯამური გადიდების და 1,5-3-ჯერ გაზრდით; ნანონაწილაკების მზომი ანალიზატორი Zetasizer Nano ZS90; ბრუკვილდის როტაციული ვისკოზიმეტრი - DH-DJ-8S; ლაბორატორიული ფილერი და მემბრანის ხვედრითი წარმადობის განმსაზღვრელი ლაბორატორიული დანადგარი MTSI-JM-5.

სინთეზური პოლიმერული მემბრანებიდან განსაკუთრებული ადგილი უკავიათ პოლიამიდის ბაზაზე დამზადებულ მიკრო-, ულტრა- და ნანოფილტრაციულ მემბრანებს, რომლებიც წარმატებით გამოიყენება წყლისა და ღვინის საფილტრაციო დანადგარებში.

პოლიამიდი ხასიათდება კარგი სატრანსპორტო თვისებებით, გამინების მაღალი ტემპერატურით, ხისტი აგებულებითა და ჰიდროფილური ბუნებით. არამიდული და წყალბადური ზმები განაპირობებს პოლიმერის მაღალ თბო- და ქიმიურ მდგრადობას, რაც საშუალებას იძლევა მისგან წარმოებული მემბრანები გამოყენებული იყოს ტემპერატურის ფართო დიაპაზონში და აგრესიულ არეებში. პოლიამიდი დაბალი ხსნადობით გამოირჩევა. მემბრანულ კომპოზიციასში პოლიმერის ხსნადობის ხარისხის (95,5%) გაუმჯობესების მიზნით ჩატარებულია პოლიმერის გაჯირჯვებისა და გახსნის პროცესის მონიტორინგი პოლარიზაციულ-ინტერფერენციულ ოპტიკურ მიკროსკოპზე.

მემბრანების მისაღები პოლიმერული კომპოზიცია წარმოადგენს პოლიდისპერსიულ სისტემას, რომელის ნაწილაკების ზომები დამოკიდებულია ხსნარის მომზადების პირობებსა და გახსნის ტემპერატურაზე. ხსნარის მომზადების პროცესში მნიშვნელოვანია მემბრანული კომპოზიციის კომპონენტების შრობის პროცესები.

ჩატარებულია პოლიმერისა და არაორგანული მარილის შრობის პროცესები 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C და 135°C ტემპერატურაზე, ვაკუუმ თერმოსტატში. დადგენილია კომპონენტების შრობის რეჟიმული პარამეტრები, რომლის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1.

პოლიმერისა და არაორგანული მარილის წონები შრობის ტემპერატურის მიხედვით

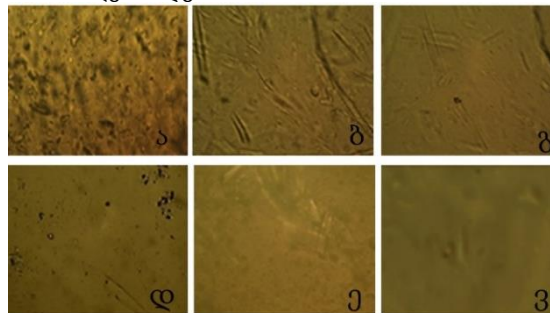
ნივთიერების დასახელება	შრობის ტემპერატურა, t°C, გრად.	ნიმუშის წონა, გ		
		შრობამდე	შრობის შემდეგ	წონის დანაკარგი
პოლიმერი	60	0,550	0,517	0,035
	75	0,542	0,511	0,031
	90	0,511	0,508	0,003
	105	0,508	0,505	0,003
	120	0,505	0,505	0
	135	0,505	0,505	0
არაორგანული მარილი	60	0,157	0,145	0,012
	75	0,141	0,128	0,013
	90	0,128	0,124	0,004
	105	0,124	0,121	0,003
	120	0,121	0,121	0

პოლიმერის გაჯირჯვებისა და გახნის პროცესების შესწავლის მიზნით დამზადებულია პოლიმერული კომპოზიციები 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტებისაგან. ხსნარების მომზადება წარმოებდა 25°C, 30°C, 40°C და 55°C ტემპერატურებზე და გრძელდებოდა გამჭვირვალე ერთფაზოვანი კომპოზიციის მიღებამდე.

პოლიმერის გაჯირჯვების მონიტორინგის დროს წარმოებდა კომპოზიციის კომპონენტების შერევის პროცესზე ვიზუალური დაკვირვება, რომელმაც აჩვენა, რომ დროის ერთნაირ მონაკვეთში პოლიმერის გაჯირჯვება უფრო ადრე იწყებოდა და უფრო სწრაფად მიმდინარეობდა 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებისაგან 55°C ტემპერატურაზე დამზადებულ კომპოზიციებში.

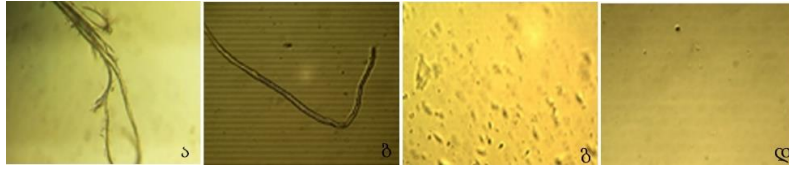
პოლიმერის გახსნის პროცესზე დაკვირვება მიმდინარეობდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპიის საშუალებით მიღებული მიკროგრაფიული გამოსახულებების მიხედვით.

კომპოზიციის მორევა გრძელდებოდა პოლიმერის სრულ გახსნამდე, ნაწილაკების სრულ გაქრობამდე და გამჭვირველე ერთფაზოვანი ხსნარის მიღებამდე.



სურათი 1. პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპის მიკროგრაფიული გამოსახულებები: მიღებული (ა) 60°C, (ბ) 75°C, (გ) 90°C, (დ) 105°C, (ე) 120°C და (ვ) 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებით და 55°C ტემპერატურაზე დამზადებული კომპოზიციებიდან

სურათზე 1. მოცემულია 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტებისგან 55°C ტემპერატურაზე დამზადებული კომპოზიციების მიკროგრაფიული გამოსახულებები, 4 საათის გახსნის შემდეგ.

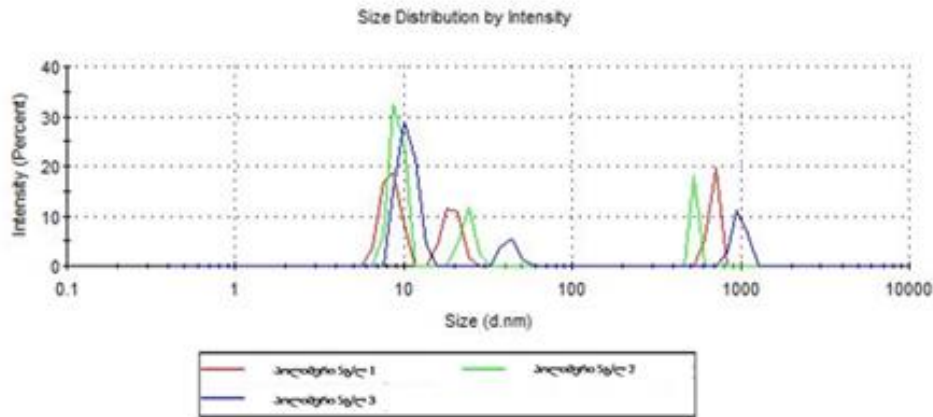


სურათი 2. პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპის მიკროგრაფიული გამოსახულებები: მიღებული 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებით და (ა) 20°C, (ბ) 30°C, (გ) 40°C და 55°C ტემპერატურაზე დამზადებული კომპოზიციებიდან

სურათზე 2. მოცემულია 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებისაგან 25°C, 30°C, 40°C, 55°C ტემპერატურებზე დამზადებული კომპოზიციების მიკროგრაფიული გამოსახულებები, 4 საათის გახსნის შემდეგ.

სურათის 1. ე და სურათის 2. დ მიკროგრაფიულ გამოსახულებებზე დაფიქსირებულია პოლიმერის ყველაზე მცირე ნაწილაკის მხოლოდ ჩრდილი, რაც მიუთითებს ხსნარის ჰომოგენურობაზე, ყველა დანარჩენებზე კი - გაუხსნელი პოლიმერის კვანძოვანი ჩანართები, ბოჭკოვანი ან მაფისებური, ნემსისებური წარმონაქმნები და მიკროგელური ნაწილაკებია, რაც მეტყველებს ხსნარის არაერთგვაროვნებაზე.

შესწავლილია პოლიმერულ კომპოზიციებში არსებული ნაწილაკების ზომა და მათი განაწილება ზომის მიხედვით ნაწილაკების მზომ ანალიზატორზე, რომლის შედეგები მოცემულია სურათებზე 3 და 4.

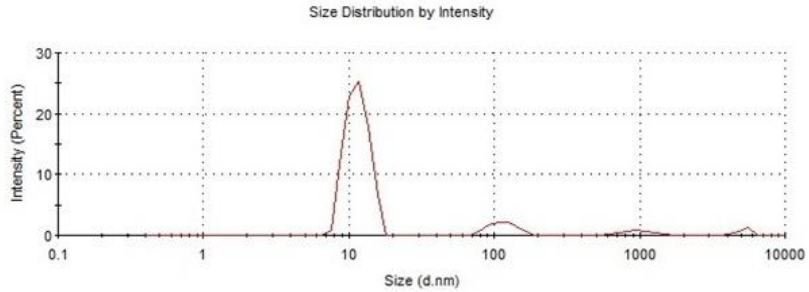


სურათი 3. 90°C 105°C და 120°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტების შემცველი ხსნარების ნაწილაკების ინტენსივობის მრუდები

სურათზე 3 მოცემულია 90°C, 105°C და 120°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტების შემცველი ხსნარების ნაწილაკების ინტენსივობის მრუდები, რომლებზეც ნაწილაკების ზომები მერყეობს 8 ნმ-დან 1000 ნმ-მდე.

**Z-Average (d.nm): 13.15**  
**Pdi: 0.330**  
**Intercept: 0.810**  
**Result quality : Good**

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
Peak 1:	11.52	85.4	1.998
Peak 2:	115.8	8.7	23.74
Peak 3:	1015	3.7	250.8



სურათი 4. 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტების შემცველი ხსნარების ნაწონაწილაკების ინტენსივობის მრუდები

სურათზე 4 ნაჩვენებია, 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებისაგან მიღებული კომპოზიციის ნაწილაკების ზომების ინტენსივობის მრუდები, რომელზედაც 85.4% დომინირებს 10-13 ნმ ზომის ნაწილაკები.

მემბრანული ფირების დამზადება წარმოებდა ფაზური ინვერსიის მეთოდის გამოყენებით თხევადი პოლიმერული კომპოზიციის დატანით ლაბორატორიული ფილერის მინის პოლირებულ ფირფიტაზე. მიღებული მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობების მნიშვნელობები წარმოდგენილია ცხრილში 2.

ცხრილი 2

განსხვავებულ ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებით და განსხვავებულ ტემპერატურაზე დამზადებული მემბრანული კომპოზიციებიდან მიღებული მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობები

მემბრანული ფირები	კომპონენტების შრობის ტემპერატურა, რომლებიდანაც დამზადებულია კომპოზიციები, °C გრად	მემბრანული კომპოზიციების მომზადების ტემპერატურა, °C, გრად	საკუაგულაციო აბაზანის ტემპერატურა, °C, გრად	მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობა, J, ლ/მ <sup>2</sup> სთ
M60	60	55	20	1035
M75	75			1330
M90	90			1540
M105	105			1900
M120	120			2300

M135	135			2550
M25	135	25	20	1200
M30		30		1877
M40		40		2188
M55		55		2510

ცხრილის 2 მონაცემების მიხედვით 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებით 55°C ტემპერატურაზე დამზადებული კომპოზიციებიდან მიღებული მემბრანის ფირების ხვედრითი წარმადობები აღემატება დანარჩენების ხვედრით წარმადობებს და შეადგენს შესაბამისად 2550 ლ/მ<sup>2</sup>სთ და 2510 ლ/მ<sup>2</sup>სთ.

კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ მემბრანის მისაღები პოლიმერისა და დანამატის სათანადო შრობითა და გახსნის ტემპერატურის რეგულირებით შესაძლებელია მაღალი ხვედრითი წარმადობის მქონე მემბრანის მიღება.

მემბრანების მორფოლოგიისა და სტრუქტურის ფორმირებისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია პოლიმერული კომპოზიციის სიბლანტე. პოლიმერული კომპოზიციების სიბლანტის შესწავლის მიზნით დამზადებულია პოლიმერის 5%-დან 15%-მდე კონცენტრაციის ხსნარები, განსაზღვრულია სიბლანტეები ბრუკფელდის როტაციული ვისკოზიმეტრით და ფაზური ინვერსიის მეთოდით მიღებული მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობები, რომელთა შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.

### ცხრილი 3.

პოლიმერული ხსნარის კონცენტრაცია, სიბლანტე და მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობა

მემბრანული ფირები	ხსნარის კონცენტრაცია, C %	ხსნარის სიბლანტე, η, სპ	ხვედრითი წარმადობა, J, ლ/მ <sup>2</sup> სთ
M1	5	70.12	512
M2	6	116.31	883
M3	7	220.83	1244
M4	8	395.81	1805
M5	9	532.72	2701
M6	10	620.35	3006
M7	11	790.53	3181



M8	12	820.44	3302
M9	13	861.56	2415
M10	14	902.98	2303
M11	15	967.32	2057

ცხრილის 3 მონაცემების მიხედვით, 5-8% კონცენტრაციის ხსნარიდან მიღებული კომპოზიციების სიბლანტე შეადგენს 50-400 სანტი პუაზს, 9-12% ს კონცენტრაციის შემთხვევაში - 500-800 სანტი პუაზს, ხოლო 13-15% კონცენტრაციისას - 800-1000 სანტი პუაზს. საშუალო სიბლანტის მქონე კომპოზიციებიდან მიღებული მემბრანების წარმადობა არის 2700-3350 ლ/მ<sup>2</sup>სთ, რაც აღემატება მცირე და მაღალი სიბლანტის მქონე ხსნარებიდან მიღებული მემბრანების წარმადობას - 50-2550 ლ/მ<sup>2</sup>სთ. ცხრილის მონაცემების მიხედვით ხვედრითი წარმადობის მაღალი მაჩვენებელი - 3302 ლ/მ<sup>2</sup>სთ გააჩნია M8 მემბრანას, რომელიც მიღებულია 12% კონცენტრაციის პოლიმერის შემცველი კომპოზიციიდან.

კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ მემბრანულ კომპოზიციებში პოლიმერის კონცენტრაციის ცვლილებით შესაძლებელია პოლიმერული კომპოზიციის სიბლანტის ისეთი რეგულირება, რაც განაპირობებს სასურველი სტრუქტურის, მორფოლოგიისა და მაღალი წარმადობის მემბრანის მიღებას.

აღრიცხულია ექსპერიმენტის მონაცემები. შესრულებულია წლიური ანგარიში და გამოქვეყნებულია ერთი სტატია - „ზოგიერთი ფაქტორის გავლენის შესწავლა ფაზური ინვერსიის მეთოდით მიკრო- და ულტრაფილტრაციული მემბრანების ფორმირების პროცესზე“ - საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, N2, ტ.93, თბილისი 2021, გვ.97-100.

## 2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

### 2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. მემბრანული მეცნიერებებისა და ინდუსტრიის სასწავლო, სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის თანამედროვე ასპექტების მონიტორინგი ეკონომიკის დარგობრივი მიმართულებების მიხედვით; საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები;
2. ახალი ნანოკომპოზიციური მასალების ექსპერიმენტული კვლევა, დამუშავება, -მიკრო, -ულტრა და ნანოფილტრაციული მემბრანების დამუშავება და შექმნა; ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავება;
3. ცვალებადი შედგენილობისა და სიბლანტის ხსნარებისათვის ბარომემბრანული პროცესების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა; 1. საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები;2.ქიმიური მეცნიერებები-კოლოიდური ქიმია,ანალიზური ქიმია;3.მექანიკა-სითხეთა მექანიკა.
4. საცდელ-საკონსტრუქტორო-საინჟინრო სამუშაოები მემბრანული აპარატების, ავტომატიზაციის, ნანოტექნოლოგიებისა და დანადგარების დამუშავებისათვის; 1.საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები;2.მექანიკა-სითხეთა მექანიკა.
5. ხსნარების, პოლიმერული კომპოზიციების თხევადი და მყარი ფაზის ფიზიკურ-ქიმიური და მიკრობიოლოგიური კვლევები; ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება;

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021 - 2026
2. 2021 – 2026
3. 2021 – 2026
4. 2021 – 2026
5. 2021 - 2026

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. გ. ბიბილეიშვილი - ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.
2. ნ. გოგესაშვილი - ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.
3. მ. კუჭერაშვილი - ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.
4. ლ. ყუფარაძე - ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.
5. ლ. ებანოიძე - ხელმძღვანელი;  
 მ. მამულაშვილი - I მიმართულების ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.  
 თ. ბუთხუზი - II მიმართულების ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.  
 ლ. ებანოიძე - III მიმართულების ხელმძღვანელი; შემსრულებლები: ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, დ. დათიაშვილი, თ. მთვარაძე, ნ. ჭყოიძე.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

**პროექტი I.**

1.1 პროექტის დასახელება:

მემბრანული მეცნიერებებისა და ინდუსტრიის სასწავლო, სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის თანამედროვე ასპექტების მონიტორინგი ეკონომიკის დარგობრივი მიმართულების მიხედვით; მემბრანული მეცნიერებები

(მემბრანული პროცესების კვლევისა და ნანოტექნოლოგიების დამუშავების განყოფილება)

პროექტის ხანგრძლივობა:

ექვსი წელი, 2021-2026 წ. წ.

მიმართულება I 2021-2026 წ. წ.

მიმართულება II 2021-2026 წ. წ.

მიმართულება III 2021-2026 წ. წ.

2021 წელი.

ეტაპი I (1-6თვე)

**მიმართულება I**

პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა, ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში. სათანადო ტექნოლოგიური სტანდარტის დამუშავება.

მოსალოდნელი შედეგები

დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის ტექნოლოგიური სტანდარტი (მიკროფილტრაციული მემბრანები, მემბრანული აპარატები). ჩატარდება სემინარი, ვორკშოპი.

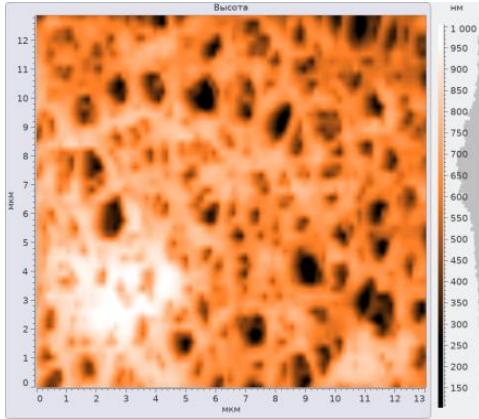
მზარდი გავლენა ადამიანის ტექნოგენური ზემოქმედების გარემოზე დაკავშირებული სასმელი წყლის პრობლემის სერიოზულ გამწვავებასთან, რომელმაც მიიღო გლობალური ხასიათი. წყლის მარაგების დაჭუჭყიანებამ ერთის მხრივ მიგვიყვანა მათ გამოლევასთან ხოლო მეორეს მხრივ მათი ხარისხის მკვეთრ გაუარესებასთან. წყალსაცავების სულ უფრო მზარდი გადატვირთვა სხვადასხვა დაჭუჭყიანებული ჩამდინარე წყლებით აღემატება წყლების თვითგაწმენდის პროტენციულ შესაძლოებლობას, ირღვევა ბუნებაში ბიოლოგიური წონასწორობა. წყლის წყაროების მარტივმცველობის ზრდა იწვევს არა მარტო ეკონომიკის განვითარების შენელებას, არამედ მოქმედებს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზეც.

თანამედროვე კვლევებმა გააფართოვეს ჩვენი წარმოდგენა “წყლის ფაქტორის” გავლენაზე ადამიანის დაავადებებზე, მისი პოპულაციის გენოფონდზე. იმისაგან თუ რას ვსვამთ დამოკიდებულია არა ერთი თაობის ჯანმრთელობა. უხარისხო სასმელი წყალი 30%-ით აჩქარებს დაბერების პროცესს. მსოფლიოს ჯანმრთელობის დაცვის ორგანიზაციის მონაცემებით 80% ყველა ავადმყოფობისა დედამიწაზე გამოწვეულია ჭუჭყიანი გაუსუფთავებელი სასმელი წყლით და რომ ყოველი ხუთი ადამიანიდან სამი მოკვლულია შესაძლებლობას მიიღოს სუფთა სასმელი წყალი. მაგალითად მსოფლიოში მოსახლეობის მხოლოდ 1% სვამს ნორმალური ხარისხის წყალს, ხოლო აშშ, სპეციალური გაანგარიშებების თანახმად, უხარისხო სასმელი წყლიდან გამოწვეული ზარალი ყოველწლიურად შეადგენს 19,5 მილიარდ დოლარს. დღეს მსოფლიოში 500 მლნ. ადამიანი გამუდმებით არის ავად ინფექციური დაავადებებით, რომელთა გამომწვევი მიზეზია ისევ სასმელი წყლის დაბალი ხარისხი. წყლების დამუშავების ტრადიციულმა ტექნოლოგიებმა ამჟამად მიაღწიეს თავის ზღვარს მათი შემდგომი ოპტიმიზაციისა და წარმოების გაზრდილი მოთხოვნების მიმართ ადაპტაციის თვალსაზრისით. ამასთან დაკავშირებით უკვე დღეს შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ 21-ე საუკუნე მეტწილად დაეთმობა ეკოლოგიურად უსაფრთხო, და რაც მთავარია მცირედანახარჯებიან, ეკონომიურად და ტექნოლოგიურად დასაბუთებულ მასალებისა და ნივთიერებების გადამუშავების პროცესებს.

მემბრანები, მემბრანული აპარატები და მემბრანული ტექნოლოგიები თამაშობენ მნიშვნელოვან როლს კაცობრიობის წინაშე მდგარი გლობალური პრობლემების გადაწყვეტაში: მოსახლეობის უზრუნველყოფა ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებითა და სასმელი წყლით, ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტაში, სათბობ-ენერგეტიკული რესურსებით უზრუნველყოფაში, კვებისა და მეორადი რესურსების გამოყენებაში.

მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის ტექნოლოგიური სტანდარტის დამუშავებისათვის გამოყენებულია მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტში შექმნილი მიკროფილტრაციული მემბრანები, ლაბორატორიული და საწარმოო დანადგარები, რომელთა სურათები და პრინციპული სქემა მოყვანილია ქვემოთ. სურათზე 1 ნაჩვენებია მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავების განყოფილებაში შექმნილი და ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის ლაბორატორიის მასკანირებელ ზონდურ მიკროსკოპით აღბეჭდილი მემბრანები. სურათებზე 2 და 3 ნაჩვენებია მემბრანული პროცესების კვლევისა და ნანოტექნოლოგიების დამუშავების განყოფილებაში შექმნილი მემბრანული ლაბორატორიული და საწარმოო დანადგარები. ნახაზზე 1 მოყვანილია მემბრანული ლაბორატორიული და საწარმოო დანადგარების პრინციპული სქემა, რომელიც შედგება:

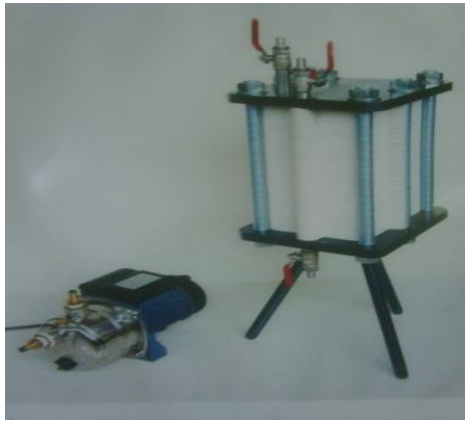
1-საცირკულაციო ავზი; 2-0,1-3,5 ატმ. წნევის ტუმბო; 3-მემბრანული აპარატი; 4-მემბრანული აპარატის ფილტრატის მილი; 5-აპარატის ზედა მილტუჩის გამოსასვლელი გარე ხრახნი; 6-აპარატის ქვედა მილტუჩის შესასვლელი გარე ხრახნი; 7-საცირკულაციო ავზის დასაცვლელი სარქველი; 8-ფილტრატის სარქველი; 9-საცირკულაციო ნაკადის სარქველი მანომეტრით; I, II, III და IV- შემაერთებელი არმატურა.



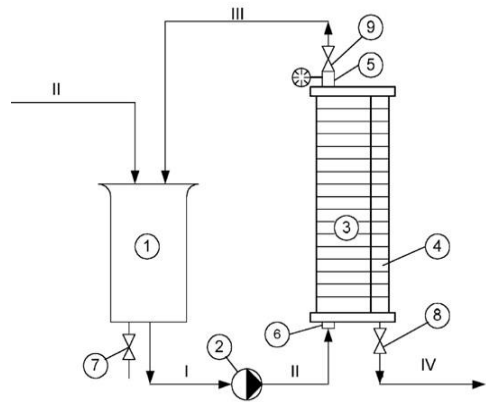
სურათი 1. 0,45მკმ მემბრანა



სურათი 2.მემბრანული ლაბორატორიული დანადგარი



სურათი 3. მემბრანული საწარმოო დანადგარი



ნახ.1 მემბრანული დანადგარის პრინციპული სქემა

ცხრილში 1 მოყვანილია 0,2მკმ, 0,45მკმ, და 1,2მკმ ფორის ზომის მემბრანებზე დამუშავებული 10°C, 20° C , 30°C, 40°C მტკნარი წყალი და მისი ასიმპტოტური ხვედრითი წარმადობები.

ცხრილი 1.  
მემბრანის ხვედრითი წარმადობა მტკნარი წყლის ტემპერატურის გრადიენტის და სიბლანტის მიხედვით

მემბრანის ფორა, მკმ		0,2	0,45	1,2
ტემპერატურა, t°C	სიბლანტე, მკა/წმ (სკ)	მემბრანის ხვედრითი წარმადობა, ლ/მ <sup>2</sup> სთ		
10	1,308	1100	2200	6400
20	1,005	1400	2800	6800

30	0,8007	1700	3300	7200
40	0,6560	2000	3700	7700

ჩატარდა სემინარი თემაზე: ბარომემბრანული პროცესების თეორიული კვლევა, ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში.

ჩატარდა ვორკშოპი თემაზე: მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტში შექმნილი მიკროფილტრაციული მემბრანებითა და მემბრანული აპარატებით მიკროფილტრაციული პროცესის დემონსტრირება-შესწავლა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის.



## მიმართულება II

ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესისათვის ადგილობრივი და საერთაშორისო საპატენტო - ნამუშევრების მოძიება და ანალიზი.

მოსალოდნელი შედეგები

ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესისათვის ადგილობრივი და საერთაშორისო საპატენტო - სამიუზი ველის ანალიზი და ფორმირება. ჩატარდება სემინარი.

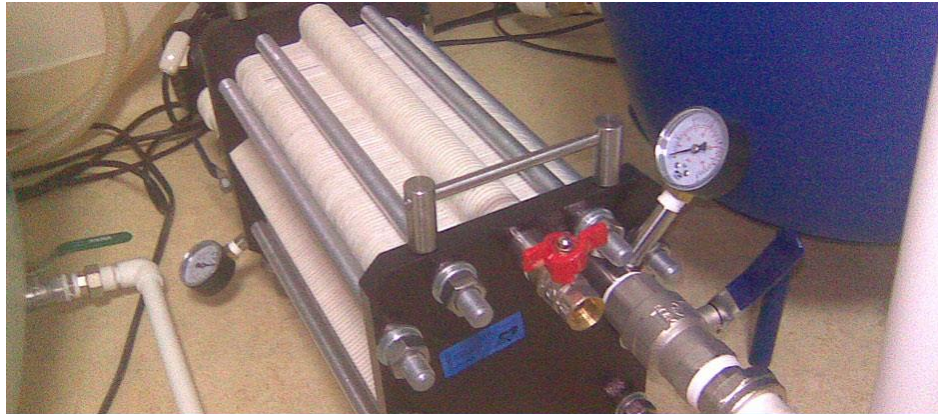
მეცნიერებისა და ტექნიკის პრიორიტეტულ მიმართულებათა შორის, რომლებიც უზრუნველყოფენ საზოგადოების მდგრად და დინამიურ განვითარებას, განსაკუთრებული ადგილი მიეკუთვნება პროცესებს, რომლებიც გარდა პირდაპირი ზემოქმედებისა ადამიანის მოღვაწეობის სხვადასხვა სფეროში პრობლემების გადაწყვეტაზე, ასრულებენ მრავალ დარგთაშორისო ფუნქციებს, უზრუნველყოფენ რა ამით საჭირო ტექნიკურ დონეს კვების მრეწველობაში, მედიცინაში, ჯანმრთელობის დაცვაში, კავშირგაბმულობაში და სხვა.

თითოეულ პრიორიტეტულ მიმართულებაში შეიძლება გამოიყოს კრიტიკული ტექნოლოგიები, რომლებიც წარმოადგენენ მრავალი ტექნოლოგიური სფეროს ან კვლევებისა და დამუშავების განვითარების საფუძველს. ასეთ ტექნოლოგიებს პირველ რიგში მიეკუთვნება მემბრანული ტექნოლოგია, რადგან იგი წარმოადგენს ათეულობით კრიტიკული ტექნოლოგიების რეალიზაციის ინსტრუმენტს.

80-იანი წლების მეორე ნახევრიდან დღემდე მემბრანული მეცნიერება და ტექნოლოგია განიხილებოდა როგორც პრიორიტეტული მიმართულება, რამაც მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტში საშუალება მოგვცა გადაგვეჭრა რიგი საკითხები მემბრანული გაყოფის სფეროში, შეგვექმნა პრინციპულად ახალი მემბრანული ელემენტები, მოდულები, დანადგარები და მემბრანული ნანოტექნოლოგიები, რომლებიც დაცულნი არიან 14 შესაბამისი პატენტით, მათ შორის 2 ევროპული პატენტით. შექმნილია, დამზადებულია და დანერგილია სხვადასხვა დანიშნულების 70-მდე მემბრანული ნანოსისტემა კვების, ფარმაცევტული და



წყალმომარაგების სამრეწველო დანიშნულების საწარმოებისათვის, მათ შორის 9-ნაწილისგან განთავსებულია საზღვარგარეთ.



შ.პ.ს. „ავერსის კლინიკაში“ დამონტაჟებული მტკნარი წყლის ტანგენციალური ფილტრაციის მემბრანული დანადგარი

სურათი 4. შ.პ.ს. ავერსის კლინიკაში დამონტაჟებული მტკნარი წყლის ტანგენციალური ფილტრაციის მემბრანული დანადგარი

ჩატარდა სემინარი თემაზე: მემბრანული მეცნიერება და ტექნოლოგია როგორც თანამედროვეობის პრიორიტეტული მიმართულება.

### მიმართულება III

ბარომემბრანული (მიკროფილტრაცია) პროცესის ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების ჩატარების გზით დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული პროგრამა და ხელსაწყო პროექტი.

მოსალოდნელი შედეგები

დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი ტემპერატურისა და სიბლანტის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევისათვის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა და ხელსაწყო პროექტი. ჩატარდება სემინარი, ვორკშოპი.

მემბრანულ პროცესებს ხსნარების დამუშავების ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით გააჩნიათ მნიშვნელოვანი უპირატესობები: ხსნარების საწყისი თვისებების მაქსიმალური შენარჩუნება და რიგ შემთხვევებში მათი გაუმჯობესება, ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის მიღება, ტექნოლოგიური სქემებიდან თბური დამუშავების გამორიცხვა (ცივი სტერილიზაცია), ეკოლოგიური სისუფთავე (მცირე და უნარჩანო ტექნოლოგიების შექმნა ძვირფასი ნარჩენების უტილიზაციითა და წყალმომარაგების შეკრული ციკლით), ტექნოლოგიური და ტექნიკური გაფორმების შედარებით სიმარტივე, მცირე გაზარიტები.

მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევისათვის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა და უჯრედოვანი, ლაბორატორიული ტიპის მემბრანული ხელსაწყო პროექტი.

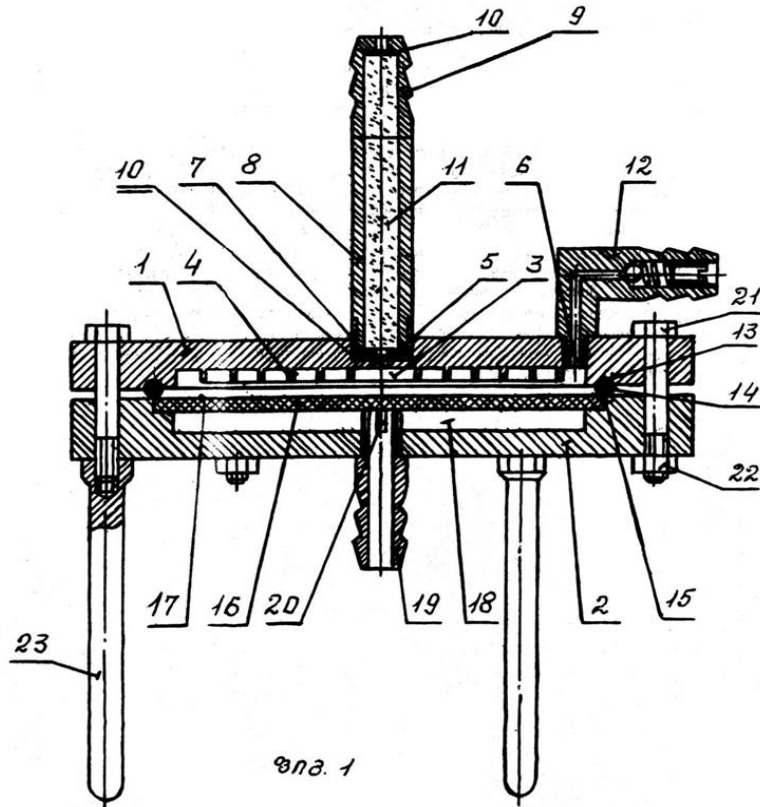
ნახაზზე 2 გამოსახულია სხვადასხვა სითხეების დასამუშავებლად, ბარომემბრანული პროცესების კვლევის უჯრედოვანი მემბრანული ხელსაწყო (პატენტი 262), რომელშიც შესაძლებელია როგორც ჩიხური, ასევე საცირკულაციო ფილტრაციის რეჟიმის განხორციელება.

დანადგარის ძირითად ელემენტს წარმოადგენს ზედა 1 და ქვედა 2 დისკოები. ზედა დისკოს 1 ქვედა მხარე წარმოადგენს მუშა საკანს 3. ამ მხრიდან დისკოს 1 აქვს ერთმანეთისადმი კოაქსიალურად განლაგებული წრიული შვერილები 4. ყველა წრიული შვერილის 4 სიმაღლე ერთმანეთის ტოლია და მუშა საკანის 3 სიმაღლეზე 0,01 . . . 1 მმ-ითაა ნაკლები. ზედა დისკოს 1 აქვს ორი ხვრელი 5 და 6. ხვრელი 5 განლაგებულია

ცენტრალური წრიული შვერილის 4 შიგნით. ამ ხვერილიდან 5 გამამკვრივებელი სადების 7 გავლით, დახრახნილია ცილინდრი 8. ცილინდრზე 8 განლაგებულია დასამუშავებელი სითხის შემომცვანი შტუცერი 9. ცილინდრისა 8 და დისკოს 1 შორის მოთავსებულია წვრილი ბადე 10. ცილინდრი 8 დისკოზე 1 დახრახნის შემდეგ ქმნის მოცულობას 11, რომელიც ქვედა მხრიდან შემოსაზღვრულია წვრილი ბადით 10. ხოლო ზედა მხარეს აქვს ანალოგიური წვრილი ბადე 10, რომელიც სერავს შტუცერის 9 ნახვრეტს. მიღებული მოცულობა 11 შევსებულია გამფილტრავი მასალით, მაგალითად, სხვადასხვა ზომის პოლისულფონის გრანულირებული მასალით და ა.შ. ზედა დისკოს 1 მეორე ხვერილი 6 განლაგებულია მუშა საკნის 3 შიგა კედლისა და გარე შვერილს 4 შორის. ამ ხვერელში 6 ჩახრახნილია გამწმენდ-სარეგულირებელი სარქველი 12. მუშა საკნის 3 გარეთა მხრიდან ზედა დისკოს 1 აქვს ღარი 13, რომელშიც განლაგებულია წრიული სადები 14, დამზადებული, მაგალითად, რეზინისაგან.

ქვედა დისკოს 2 აქვს წრიული ჩაღრმავება 15, რომლის სიღრმეც ტოლია საყრდენი დრენაჟის სისქისა. ამ ჩაღრმავებაში 15 მოთავსებულია საყრდენი დრენაჟი 16, რომლის ზედაპირზეც დაფენილია ფილტრი 17. ქვედა დისკოს 2 წრიული ჩაღრმავების 15 დიამეტრი ტოლია საყრდენი დრენაჟის 16 გარე დიამეტრისა. ამასთან, წრიული ჩაღრმავების 15 და დრენაჟის 16 გარე დიამეტრი ტოლია წრიული სადების 14 ღერძის ხაზის დიამეტრისა. დრენაჟის 16 ქვემოთ, ქვედა დისკოში, მოთავსებულია მეორე ჩაღრმავება, რომელიც წარმოადგენს ფილტრატის საკანს 18. ქვედა დისკოში 2 ჩახრახნილია დამუშავებული სითხის გამომცვანი შტუცერი 19. იგი ზედა ნაწილში დაგრძელებულია ფილტრატის საკნის 18 სიმაღლის ტოლი სიდიდით. შტუცერის 19 დაგრძელებულ ნაწილს მთელ სიგრძეზე აქვს რადიალური ჭრილები 20.

ზედა 1 და 2 დისკოები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჭანჭიკებით 21 და ქანჩებით 22. სამი ქანჩი შეცვლილია დასაყრდენი სადგარით 23, რომლებზეც დგას მოწყობილობა.



ნახ. 2 უჯრედოვანი, ლაბორატორიული ტიპის მემბრანული ხელსაწყო

ბარომემბრანული პროცესების კვლევის უჯრედოვანი მემბრანული აპარატი მუშაობს შემდეგნაირად. დასამუშავებელი სითხე, მაგალითად, წყალი, შტუცერის 9 საშუალებით მიეწოდება ცილინდრში 8. აქ სითხე თავდაპირველად გაივლის წვრილ ბადეს 10 და შემდეგ მოხვდება გამფილტრავი მასალით შევსებულ

მოცულობაში 11. ამ მოცულობის 11 გავლის დროს დასამუშავებელი სითხე იწმინდება მსხვილი ნაწილაკებისაგან (50-დან 200 მკმ.-მდე). მსხვილი მექანიკური მინარევებისაგან განთავისუფლებული, დასამუშავებელი სითხე ხვრელის 5 გავლით მოხვდება საკანში 3 და გადაადგილდება ფილტრის 17 ზედაპირზე. სითხის საკნიდან 3 გარეთ გამოსვლას ხელს უშლის წრიული სადები 14. ამიტომ, დასამუშავებელი სითხის ერთადერთი გასასვლელი არის, სარეგულირებელი სარქველის 12 ხვრელი 6. ამ დროს დასამუშავებელი სითხე მოძრაობს ფილტრის 17 ზედაპირზე და მიმდინარეობს ფილტრაციის პროცესი. ფილტრში 17 გასული გაწმენდილი სითხე – ფილტრატი, საყრდენი დრენაჟის 16 ხვრელების გავლით ჩაიღვრება ფილტრატის საკანში 18. აქედან, რადიალური ჭრილების 20 გავლით, ფილტრატი გადადის შტუცერის 19 ხვრელში და თავისუფლად გამოდის მოწყობილობიდან. შტუცერის 19 ზედა ნაწილის დაგრძელება ფილტრატის საკნის 18 სიმაღლეზე, საშუალებას გვაძლევს იგი გამოვიყენოთ, როგორც ცენტრალური საყრდენი დრენაჟისათვის 16. შესაბამისად, დრენაჟი 16 დაყრდნობილია თავისი პერიფერიული ნაწილით წრიულად და ამავე დროს აქვს საყრდენი ცენტრში შტუცერის 19 დაგრძელებული ნაწილის სახით. შესაბამისად, მოწყობილობა აღარ საჭიროებს დამატებითი, საყრდენი ბადის გამოყენებას, რაც ამარტივებს კონსტრუქციას და თავიდან გვაცილებს ფილტრატისათვის დამატებითი ჰიდრავლიკური წინაღობის შექმნის აუცილებლობას. შტუცერის დაგრძელებული ნაწილის მთელ სიმაღლეზე არსებული რადიალური ჭრილები 20 კი თავისუფლად ატარებს ფილტრატს საკნიდან 18 შტუცერის 19 შიგა ხვრელში, რითაც უზრუნველყოფს ხელსაწყოს მუშაობას. დანარჩენი, გაუფილტრავი სითხე გადაადგილდება ფილტრის 17 გასწვრივ ნახვრეტიდან 5 გასასვლელისკენ 6. სარეგულირებელი სარქველით 12 ხდება მუშა საკანში წნევის რეგულირება და ასევე გაუფილტრავი სითხის გარეთ გამოყვანა. მოწყობილობაში შვერილების 4 სიმაღლის რეგულირების (0,01-დან 1 მმ-მდე) მეშვეობით, შესაძლებელია სითხის ნაკადის როგორც ლამინარული, ასევე ტურბულენტური მოძრაობის განხორციელება, რაც ბარომემბრანული პროცესების კვლევის სრულყოფილად ჩატერების საშუალებას იძლევა.

ნახაზზე 2 წარმოდგენილია პროექტის ავტორის მიერ შექმნილი და დაპატენტებული ბარომემბრანული პროცესების კვლევის უჯრედოვანი მემბრანული ხელსაწყოს (პატენტი 262) პრინციპული სქემა.

მტკნარი წყლის დამუშავების მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევისათვის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა გულისხმობს: 0,2მკმ, 0,45მკმ და 1,2მკმ ფორის ზომის მემბრანებით 10°C, 20°C, 30°C და 40°C ტემპერატურისა და სათანადო სიბლანტის 1,308 მპა/წმ (სპ), 1,005 მპა/წმ (სპ), 0,8007მპა/წმ (სპ), 0,6560 მპა/წმ (სპ) მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავებისას ტექნოლოგიური სტანდარტების ასპექტების კვლევას საბაკალავრო, სამაგისტრო და სადოქტორო პროგრამების მიმართულებით ცვალებადი წნევის, საცირკულაციო ლამინარული, ტურბულენტური და მათი ჰიბრიდული ნაკადების პირობებში ოპტიმალური რეჟიმული პარამეტრებისა და ასიმპტოტური ხვედრითი მაჩვენებლების ანალიზისათვის.

ჩატარდა სემინარი თემაზე: პროგრამის განხილვა მტკნარი წყლის დამუშავების მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევის შესახებ.

ჩატარდა ვორკშოპი თემაზე: მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავებისას ტექნოლოგიური სტანდარტების ასპექტების კვლევა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტის პროფესორებისა და სტუდენტებისათვის.





## ეტაპი II (7-12თვე)

### მიმართულება I

ბუნებრივი, მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა, ცვალებადი სიმღვრივის და ხსნარში შეტივენარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში (გრანულომეტრიული შედგენილობის კლასიფიკატორი). სათანადო ტექნოლოგიური სტანდარტის დამუშავება.

მოსალოდნელი შედეგები

დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი სიმღვრივის და ხსნარში შეტივენარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის ტექნოლოგიური სტანდარტი. გამოიცემა სტატია, დამუშავდება წლიური ანგარიში.

თანამედროვე სამეცნიერო-კვლევით პრაქტიკაში წყლის სისუფთავის ხარისხის მაჩვენებელს, გარდა მიკრობიოლოგიური და ქიმიური ანალიზისა განსაზღვრავს მასში შემავალი მექანიკურ მინარევები – შეწონილი ნივთიერებები, ლამის მყარი ნაწილაკები, თიხა, წყალმცენარეები, მიკროორგანიზმები, უმარტივესები და სხვა წვრილი ნაწილაკები. დღეისათვის წყალში შეწონილი ნივთიერებების რაოდენობა, დასაშვებ ზღვრებში მკვეთრად მერყეობს, რაც მათი რაოდენობრივი შემადგენლობის არასტაბილურობაზე მიგვითითებს. წყალში შეწონილი მყარი ნაწილაკები ხელს უშლიან სინათლის სხივის გავლას და ამით განისაზღვრება მათი რაოდენობრივი სიდიდე, რასაც წყლის სიმღვრივე ეწოდება. წყლის სიმღვრივე წარმოადგენს სინათლის სხივისა (ტალლის სიგრძე 860 ნმ.) და შეწონილი ნაწილაკების ურთიერთქმედების შედეგს. აბსოლუტურად სუფთა წყალშიც კი მოლეკულები იწვევენ გამავალი სხივის მცირედ გაბნევას. ამიტომ არცერთ სითხეს არ გააჩნია ნულოვანი სიმღვრივე. თუ სითხეში არის შეწონილი მყარი ნაწილაკები, მაშინ სიმღვრივის მაჩვენებელი დამოკიდებული იქნება როგორც, ნაწილაკების ზომის, ფორმისა და შემადგენლობისა, ასევე სინათლის ტალლის სიგრძეზე. წყლის სიმღვრივის მაჩვენებელი ერთმნიშვნელოვნად მიუთითებს მის ხარისხზე.

წყალმომარაგების მეურნეობაში სიმღვრივის მატება შეიძლება გამოწვეული იყოს წვიმების, წყალდიდობებისა და სხვა ბუნებრივი მოვლენებით. როგორც წესი ზამთარში, წყალსატევებში სიმღვრივის მაჩვენებელი მინიმალურია, ხოლო მაღალი გაზაფხულზე და ზაფხულში წვიმების დროს. უნდა აღინიშნოს, რომ წყლის გამჭვირვალობაზე გავლენას ახდენს არა მარტო სიმღვრივე, არამედ მისი ფერიც. აწეული სიმღვრივის პირობებში უარესდება არამარტო მისი ვიზუალური სახე, არამედ მკვეთრად მატულობს ბაქტერიოლოგიური დაჭუჭყიანება, ვინაიდან სიმღვრივე იცავს ბაქტერიებსა და მიკროორგანიზმებს ულტრაიისფერი და სხვა ნებისმიერი სადიზინფექციო ღონისძიებისაგან.

წყლის სიმღვრივე განისაზღვრება ფოტომეტრიულად, (ტურბიდიმეტრიული – გამავალი სინათლის შესუსტებითა და ნეფელომეტრიული – არეკლილი სინათლის გაბნევის მეთოდით). გაზომვის მნიშვნელობა

გამოსახება მგ/დმ კაოლინის სტანდარტული სუსპენზიის გამოყენებისას ან სე/დმ (სიმღვრივის ერთეული დმ-ზე) ფორმაზინის ძირითადი სტანდარტის გამოყენებისას. უკანასკნელის სახელწოდება აგრეთვე არის ფორმაზინის სიმღვრივის ერთეული (ფსე) ან დასავლური ტერმინოლოგიით FTU (Formazine Turbidity Unit). 1FTU = 1ფსე = 1სე/დმ.

უკანასკნელ პერიოდში მსოფლიოში დამკვიდრდა სიმღვრივის გაზომვის ფოტომეტრიული მეთოდიკა ფორმაზინით, რამაც ასახვა ჰპოვა სტანდარტში ISO 702 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის მიერ ჩატარებული სამუშაოების შედეგები საშუალებას იძლევა მემბრანული მიკროფილტრაციის გამოყენებით საწარმოო პირობებში მიღწეული იქნას წყლის გაწმენდა-სტერილიზაციისა და კრისტალური გამჭვირვალობის მაღალი დონე.

მიღებულმა შედეგებმა საშუალება მოგვცა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მიერ შემუშავდეს სასმელი წყლის ახალი სტანდარტი (FTU 0,03 ნაცვლად FTU 0,1), რაც გამოიხატება სიმღვრივის მაჩვენებლის ოპტიმიზაციაში. აღნიშნული სამუშაოების ჩატარებისათვის საჭიროა ISO 7027-ის სტანდარტის შესაბამისი სიმღვრის გასაზომი ფოტომეტრიული ხელსაწყო. ცხრილში 2 წარმოდგენილია შეწონილი ნაწილაკების გრანულომეტრიული შედგენილობა

ცხრილი 2

შეწონილი ნაწილაკების გრანულომეტრიული შედგენილობა

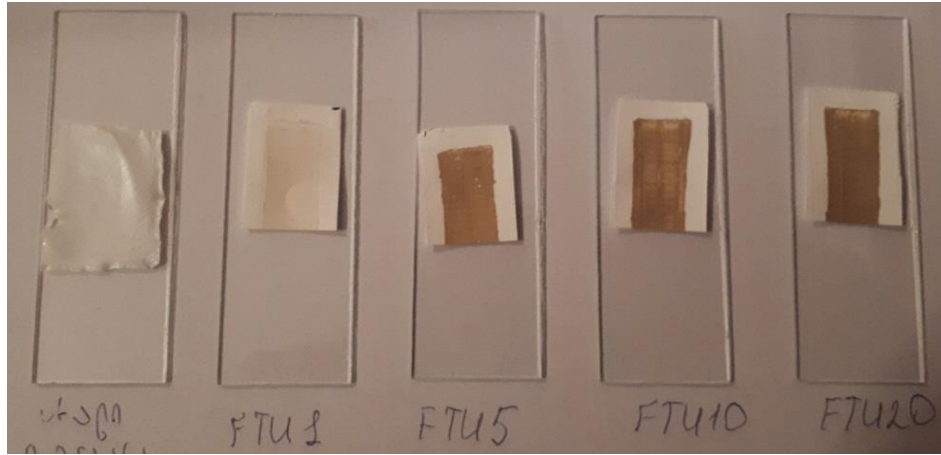
შეწონილი ნაწილაკები	ნაწლაკის ზომა, ნმ	ჰიდრაულიკური სიჩქარე მმ/წმ	ნაწილაკის 1 მ-ზე დალექვის დრო
კოლოიდური ნაწილ.	10-200	$7 \times 10^{-6}$	4 წელი
თიხა (პუდრი)	500-2000	$17 \times 10^{-5} - 7 \times 10^{-4}$	0,5-2 თვე
თიხა	$25 \times 10^3$	$5 \times 10^{-3}$	48 სთ
ლამი	$27 \times 10^3 - 5 \times 10^4$	0,5-1,7	10-30 წთ.
ქვიშა წვრილი	$10^5$	7	2,5 წთ.
ქვიშა საშუალო	$5 \times 10^5$	50	20 წმ.
ქვიშა მსხვილი	$10^6$	100	10 წმ.

ცხრილში 2 მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ბუნებრივ წყლებში შემავალ მაღალმოლეკულურ მინარევებში ყველაზე მცირე ზომები გააჩნიათ კოლოიდური ნაწილაკებს. მათ შორის უმცირესის ზომაა 10 ნმ.

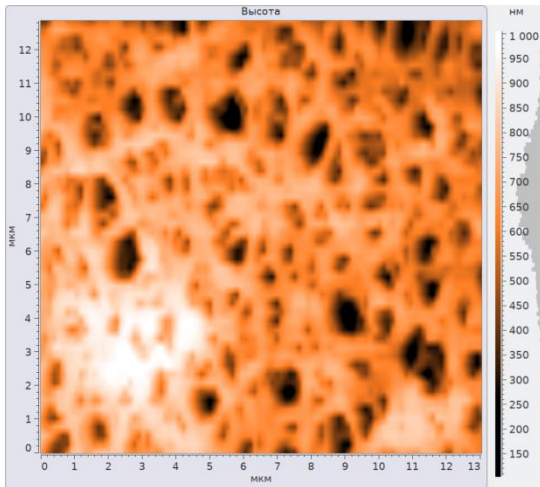
სურათზე 5 ნაჩვენებია 0,45მკმ ფორის ზომის მემბრანაზე გამოხდილი და ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავების შემდეგ გამოყოფილი გრანულომეტრიული დანალექი.

სურათებზე 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის ლაბორატორიაში მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით აღბეჭდილი გამოხდილი და ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მტკნარი წყლის ფილტრაციის შედეგად მიღებული ტოპოგრაფიული რელიეფი.

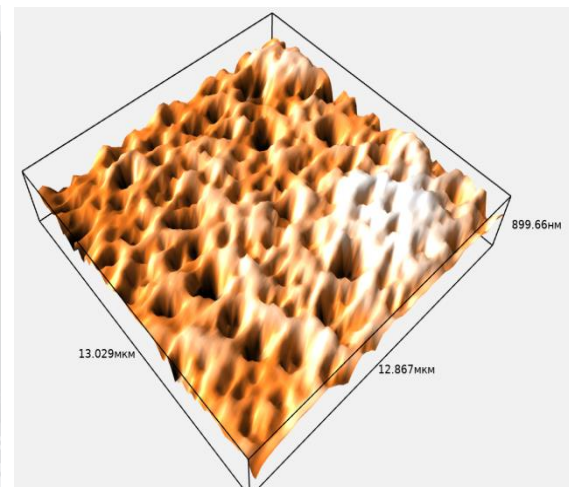
სურათებზე 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 დანალექის ტოპოგრაფიული რელიეფის განსხვავებული მოყვანილობა და სისქე განპირობებულია სიმღვრივის მაჩვენებლის სიდიდით, რაც კონცენტრაციული პოლარიზაციისა და მემბრანული გაყოფის პროცესის დინამიკის არაერთგაროვნებაზე მიანიშნებს.



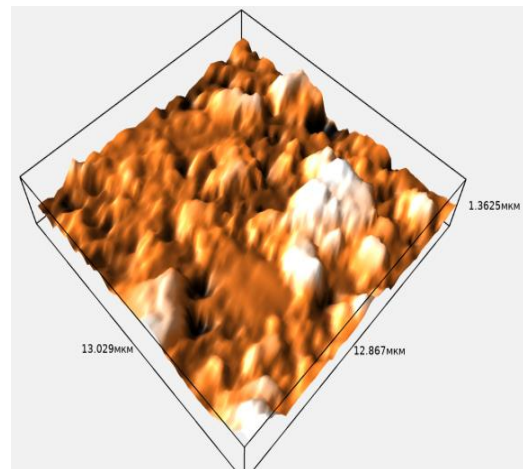
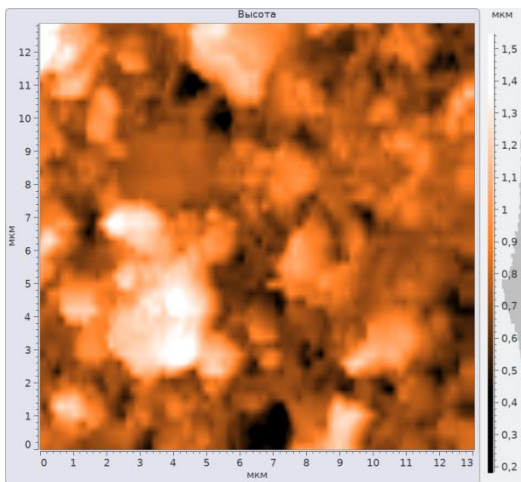
სურათი 5. 0,45მკმ ფორის ზომის მემბრანა გამოხდილი და ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავების შემდეგ



სურათი 6. (2დ) 0,45მკმ მემბრანა გამოხდილი წყლის ფილტრაციის შემდეგ

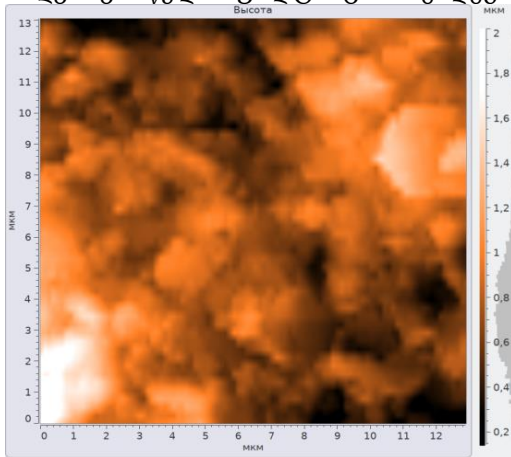


სურათი 7. (3დ) 0,45მკმ მემბრანა გამოხდილი წყლის ფილტრაციის შემდეგ

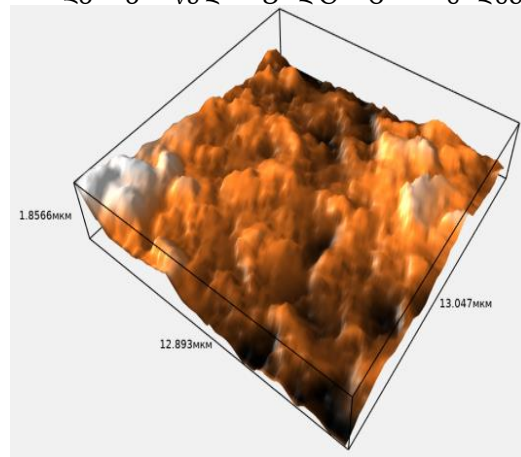




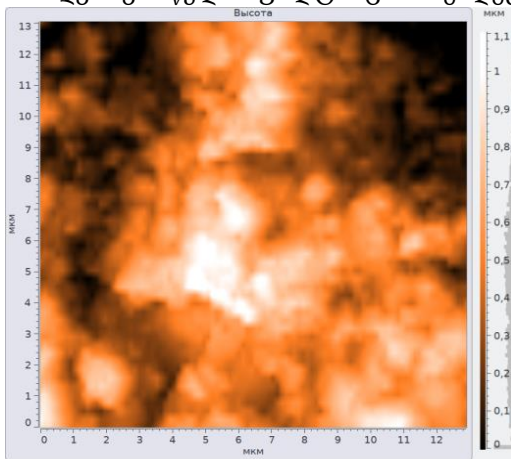
სურათი 8. (2დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU1  
სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



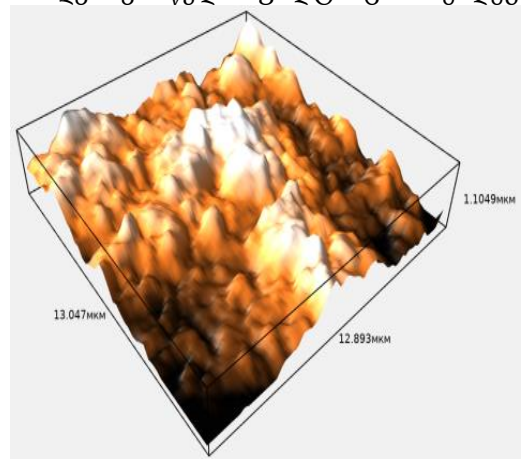
სურათი 9. (3დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU1  
სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



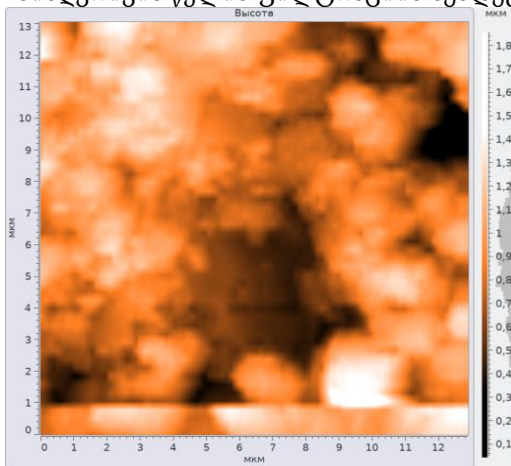
სურათი 10. (2დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU5  
სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



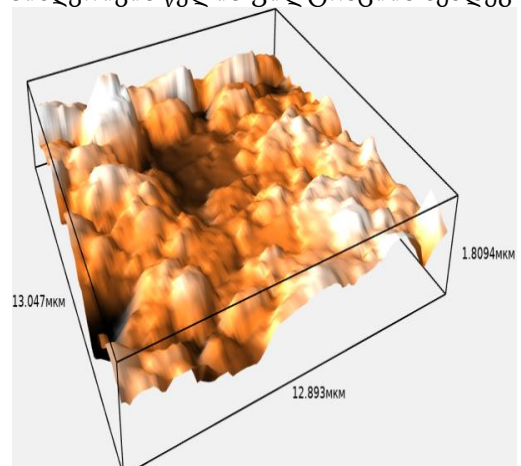
სურათი 11. (3დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU5  
სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



სურათი 12. (2დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU10  
სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



სურათი 13. (3დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU10  
სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ



სურათი 14. (2დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU20  
სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ

სურათი 15. (3დ) 0,45მკმ მემბრანა FTU20  
სიმღვრივის წყლის ფილტრაციის შემდეგ

ცხრილში 3 მოყვანილია 0,45 მკმ ფორის ზომის მემბრანებზე დამუშავებული გამოხდილი და ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მტკნარი წყლის ასიმპტოტური ხვედრითი წარმადობები.

ცხრილი 3

0,45 მკმ ფორის ზომის მემბრანის ხვედრითი წარმადობა გამოხდილი და ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მაჩვენებლის

		მემბრანის ფორა, 0,45მკმ			
სიმღვრივე, FTU	გამოხდილი წყალი	1	5	10	20
ხვედრითი წარმადობა, ლ/მ <sup>2</sup> სთ	7200	5100	3400	2300	1600

თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების საუბველზე განხორციელდა მემბრანის ახლო სივრცეში „გელის“ შრის წარმოქმნის მექანიზმის ანალიზი და მისი კორელაცია ხვედრითი წარმადობის ასიმპტოტურ მნიშვნელობებთან.

გამოიცა სტატია: ბიბლიეშივილი გ.ვ., კეჭერაშვილი მ.გ., ებანოიძე ლ.ო., ყუფარაძე ლ.პ. - პოლიმერული კომპოზიციის შედგენილობის გავლენა ალიფატური პოლიამიდური მემბრანების მახასიათებლებზე, საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93, გვ.101-103

## მიმართულება II

ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი სიმღვრივისა და ხსნარში შეტივანარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესისათვის ადგილობრივი და საერთაშორისო საპატენტო ნამუშევრების მოძიება და ანალიზი.

მოსალოდნელი შედეგები

ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი სიმღვრივისა და ხსნარში შეტივანარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესისათვის ადგილობრივი და საერთაშორისო საპატენტო - საძიებო ველის ანალიზი და ფორმირება. გამოიცემა სტატია, დამუშავდება წლიური ანგარიში.

აღსანიშნავია მემბრანული ტექნოლოგიების გავლენა კრიტიკულ ტექნოლოგიებზე, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან მიკრო- და ნანოელექტრონიკასთან და ინფორმაციულ-ტელეკომუნიკაციურ სისტემებთან. ეს არის მემბრანული მეთოდებით ქიმიურად სუფთა ნივთიერებების მიღება, ზესუფთა წყლისა და მიკროელექტრონიკაში ზესუფთა არეების შექმნა. იაპონიისა და ჩინეთის ელექტრონული მრეწველობის ე.წ. „დიდი ნახტომი“ მნიშვნელოვნად განპირობებულია მემბრანული ტექნოლოგიის ფართომასშტაბიანი ათვისებისა და გამოყენებით.

ჩატარებულ და მიმდინარე სამეცნიერო-კვლევითი თეორიული და გამოყენებითი სამუშაოების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ჩვენს ქვეყანას გააჩნია ყველა შესაძლებლობები უმოკლეს ვადებში არამარტო გადაწყვიტოს მრეწველობის, პროდუქტების წარმოების, წყალმომარაგებისა და გარემოს დაცვის პრობლემები მემბრანული ტექნოლოგიის ბაზაზე, არამედ გავიდეს მემბრანული ტექნოლოგიებისა და ტექნიკის მსოფლიო ბაზარზე ორიგინალური კონკურენტუნარიანი დამუშავებებით.

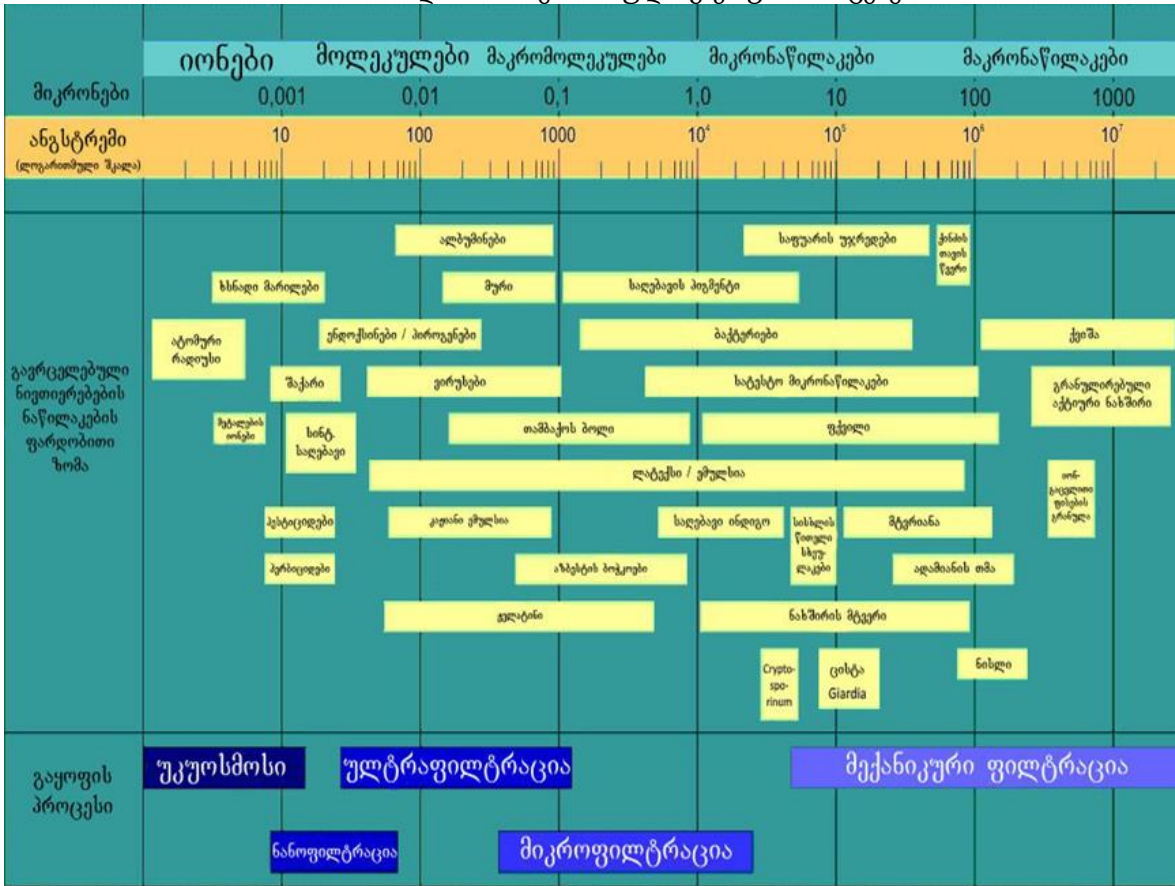
მოძიებული მონაცემების საფუძველზე დამუშავებული იქნა ფუნდამენტალური, საძიებო კვლევებისა და ჩასატარებელი გამოყენებითი სამუშაოების დაწვრილებითი გეგმა მემბრანული მეთოდების, ტექნიკისა და ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავების, შექმნის, ათვისებისა და ამის შედეგად მიღებული მემბრანული ნანოტექნოლოგიებისა და ნანოსისტემების ტექნიკო-ეკონომიური პარამეტრების შემდგომი ოპტიმიზაციის გზები.

ახალი ტექნოლოგიების დამუშავებისთვის ნამუშევარში გათვალისწინებულია მემბრანული პროცესების კვლევების საფუძველზე, ამომწურავი ექსპერიმენტალური მონაცემების მიღება პროცესის ძირითადი სტადიებისა და მთლიანად სქემების ოპტიმალური პარამეტრების შემდგომი შერჩევით; მათ საფუძველზე მათემატიკური მოდელების, ალგორითმებისა და პროგრამების დამუშავება, რომლებიც საშუალებას მოგვცემენ ჩავატაროთ ამა თუ იმ პროცესის (ან მათი კომბინაციის) შერჩევის წინასწარი გათვლები, დავაჩქაროთ ოპტიმალურ პარამეტრებზე გასვლა.

ნამუშევარში დაგეგმილია ჩვენს მიერ შექმნილი ტანგენციალური ფილტრაციის ბრტყლადპარალელური გადამკვეთნაკადიანი მემბრანული აპარატის საფუძვლიანი დახვეწა და მის ბაზაზე, შესაბამისი კონსტრუქციული ცვლილებების განხორციელების საშუალებითა და კონცენტრაციული პოლარიზაციის ხარისხის მინიმუმამდე დაყვანით, ახალი მაღალწარმადოვანი მემბრანული დანადგარების შექმნა.

მემბრანები არიან ტიპური ნანოსტრუქტურები, რომლებიც წარმოადგენენ სამგანზომილებიანი შეკავშირების ან ცალკეულ ნანოფორებს მატრიცულ პოლიმერულ ან არაორგანულ ჩარჩოში. მემბრანების თხელი სელექტიური ფენები (შრეები), რომლებიც ძირითადად ფუნქციონირებენ ნანოფორები, ხშირად თვითონ წარმოადგენენ ნანოფენას სისქით 100 ნმ-დე. ცხრილში 4 მოცემულია ბარომემბრანული პროცესების (მიკროფილტრაცია, ულტრაფილტრაცია, ნანოფილტრაცია, უკუოსმოსი) დახასიათება ხაზობრივი სიდიდის, ნივთიერებათა მოლეკულური და გრანულომეტრიული ზომების მიხედვით.

ნივთიერებათა მოლეკულური, გრანულომეტრიული ზომები და სათანადო ბარომემბრანული გაყოფის პროცესები



1 მიკრონი = 10<sup>-6</sup> მეტრი  
 1 ანგსტრემი = 10<sup>-10</sup> მიკრონი = 10<sup>-10</sup> მეტრი

მიკრო - და ულტრაფილტრაციული მემბრანები უზრუნველყოფენ წყლის ეფექტურ გაწმენდას წვრილდისპერსული და კოლოიდური მინარევებისაგან, ორგანული და არაორგანული ნივთიერებებისაგან, წყალმცენარეებისაგან, მაღალმოლეკულური ნივთიერებებისაგან, ერთუჯრედიან მიკროორგანიზმებისაგან, ბაქტერიებისა და ვირუსებისაგან. ამასთან ისინი პრაქტიკულად არ აკავებენ წყალში გახსნილ მარილებს, რაც იძლევა საშუალებას შენარჩუნებული იქნეს ბუნებრივი წყლის მარილოვანი შედგენილობა.

მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავების განყოფილებაში შექმნილია პროექტის 1 ფარგლებში, თეორიული და ექსპერიმენტული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოებისათვის მიკროფილტრაციული პროცესის შესასწავლად და განსახორციელებლად, მემბრანები ფორის ზომით 0,2მკმ, 0,45მკმ და 1,2მკმ, რომელიც გამოქვეყნებულია სტატიის სახით. სტატია-ბიბლიოგრაფიული გ.ვ., გოგესაშვილი ნ.ნ., კეყერაშვილი მ.გ., მამულაშვილი მ.ა., ებანოიძე ლ.ო., - პოლიეთერსულფონების მემბრანული აპკების მორფოლოგიური თვისებების კვლევა ორგანული დანამატების გავლენის გათვალისწინებით. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, 2, ტომი 93, გვ. 118-120.

**მიმართულება III**

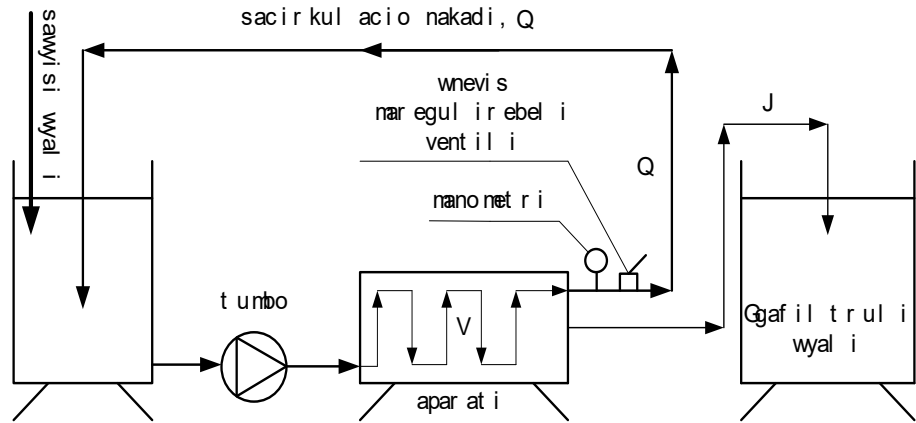
ბარომემბრანული (მიკროფილტრაცია) პროცესის ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების ჩატარების გზით დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი სიმღვრივისა და ხსნარში შეტივანარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული პროგრამა და ხელსაწყო პროექტი.

მოსალოდნელი შედეგები

დამუშავდება ბუნებრივი, მტკნარი წყლის ცვალებადი სიმღვრივისა და ხსნარში შეტივანარებული სხვადასხვა გრანულომეტრიული ზომის ნაწილაკების არსებობის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევისათვის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა და ხელსაწყო პროექტი. ჩატარდება სემინარი, ვორკშოპი. გამოიცემა სტატია, დამუშავდება წლიური ანგარიში.

მემბრანული ტექნოლოგიის ძირითადი ფუნქციონალური მაჩვენებლები ეფუძნება ბარომემბრანულ პროცესებს მიკრო-, ულტრა-, ნანოფილტრაციებს, უკუოსმოსს და ემყარება ნახევრადგამტარ მემბრანების გამოყენებას, რომლებსაც შესწევთ უნარი, მათში არსებული ფორმების ზომების მიხედვით განახორციელონ სითხეებისა და აირების გაწმენდა, გაკრიალება, ცივი სტერილიზაცია (20-25°C) კოლოდურ დონეზე (მიკროფილტრაციით), გაწმენდა, სტერილიზაცია, ფრაქციონირება, და კონცენტრირება მაღალმოლეკულურ დონეზე (ულტრაფილტრაციით), გაყოფა, გაწმენდა, სტერილიზაცია, ფრაქციონირება და კონცენტრირება დაბალმოლეკულურ დონეზე (ნანოფილტრაცია, უკუოსმოსი).

ზემოთ მოყვანილი წინასწარი კვლევების შედეგები საფუძველად დაედო ექსპერიმენტალური მემბრანული ხელსაწყო შექმნას. ხელსაწყო პრინციპული სქემა მოცემულია ნახაზზე 3.



ნახ. 3 ექსპერიმენტალური მემბრანული ხელსაწყო პრინციპული სქემა

ექსპერიმენტალური მემბრანული ხელსაწყო შედგება საწყისი წყლის ავზისაგან, რომელიც მიერთებულია მკვებავ ტუმბოსთან. საწყისი წყლის საცირკულაციო ავზი, ტუმბო, მემბრანული აპარატი, მანომეტრი, წნევის მარეგულირებელი ვენტილი ერთმანეთთან მიერთებულია საცირკულაციო ნაკადის მილგაყვანილობით. მემბრანული აპარატი მილგაყვანილობით შეერთებულია გაფილტრული წყლის ავზთან.

ექსპერიმენტალური მემბრანული დანადგარი მუშაობს შემდეგნაირად: საწყისი წყლის ავზიდან მკვებავი ტუმბო აწვდის გასაყოფ სითხეს მემბრანულ აპარატს. აპარატიდან გამოსული საწყისი სითხე მანომეტრის, მარეგულირებელი ვენტისა და საცირკულაციო ნაკადის მილგაყვანილობის გავლით ჩაედინება საწყისი წყლის ავზში. აპარატიდან გამოსული გაფილტრული სითხე ჩაედინება გაფილტრული წყლის ავზში.

მტკნარი წყლის დამუშავების მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევისათვის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა გულისხმობს: 0,2მკმ, 0,45მკმ და 1,2მკმ ფორის ზომის მემბრანებით



ფორმაზინის ერთეულით FTU 1, FTU 5, FTU 10, FTU 20 სიმღვრივის მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავებისას ტექნოლოგიური ასპექტების კვლევას საბაკალავრო, სამაგისტრო და სადოქტორო პროგრამების მიმართულებით ცვალებადი წნევის, საცირკულაციო ლამინარული, ტურბულენტური და მათი ჰიბრიდული ნაკადების პირობებში ოპტიმალური რეჟიმული პარამეტრებისა და ასიმპტოტური ხვედრითი წარმადობის მაჩვენებლების ანალიზისათვის.

გამოიცა სტატია - ბიბლიეშივილი გ.ვ., მამულაშვილი მ.ა., ჯავაშვილი ზ.დ., კაკაბაძე ე.გ. - ულტრაფილტრაციული მემბრანებით დამუშავებული ბუნებრივი მტკნარი წყლების მიკრობიოლოგიური კვლევა, გვ. 113-114

ჩატარდა სემინარი თემაზე: ცვალებადი სიმღვრივის პირობებში მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავებისას ტექნოლოგიური ასპექტების კვლევა საბაკალავრო, სამაგისტრო და სადოქტორო პროგრამებისათვის.

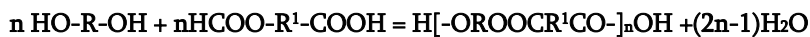
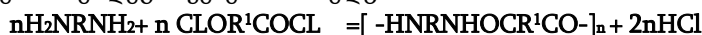
ჩატარდა ვორკშოპი თემაზე: საინფორმაციო პლატფორმის შექმნა მემბრანული მეცნიერებების და ტექნოლოგიების საკითხების შესახებ, საზოგადოების ცნობიერების ასამაღლებლად.

## II პროექტის ფარგლებში ჩატარებული იყო სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოები I მიმართულებით:

ორგანული, არაორგანული, განსხვავებული აღნაგობის, თვისებების და მოლეკულური მასის მქონე ნივთიერებების კლასიფიკაცია, მიღებული პოლიმერული კომპოზიციების ექსპერიმენტული კვლევა, დამუშავება მიკროფილტრაციული მემბრანების შექმნის მიზნით.

კვლევა ემსახურება ღვინისა და წყლის სტერილური ფილტრაციისათვის ახალი ინოვაციური თვისებების ნაწარმების (მემბრანების) შექმნას ფორის ზომებით 105მ -1000მ, გამორჩეულად მცირე ზომების (15მ – 10 მმ) მქონე ზედაპირის რელიეფური ამალბებითა და მუშა წნევით 1-8 ბარი. ასევე, პოლიმერული კომპოზიციების შედგენილობის, ფაზური ინვერსიის პროცესის სხვადასხვა რეჟიმული პარამეტრების, საკოაგულაციო სითხის ქიმიური შედგენილობის ცვლილების პირობებში მიღებული პოლიმერული ნაწარმის სხვადასხვა სტრუქტურის, ფორის ზომის ერთეულ ფართობზე მათი რაოდენობისა და ზედაპირის რელიეფს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულების სისტემატიზაცია.

მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავების განყოფილებაში ჩატარებული იყო თეორიული კვლევები, რომლებიც დაკავშირებულია მემბრანული პროცესებით სხვადასხვა წარმოშობის ბუნებრივი და ჩამდინარე წყლების გასუფთავებასთან, გაუსწებოვანებასა და რეგენერაციასთან. ასევე შესწავლილია, მიკროფილტრაციული მემბრანების მისაღებად გამოყენებული პოლიმერული მასალების პოლისულოფონების, პოლიეთერსულოფონების, პოლიპროპილენის, ალიფატური პოლიამიდების, ცელულოზას რთული ეთერების, პოლიკარბონატების, პოლიაკრილონიტრილის, პოლივინილიდენფთორიდის, პოლივინილქლორიდის, პოლიბენზიმინდაზოლების ირგვლივ არსებული სამეცნიერო ლიტერატურა და კლასიფიკაციის სხვადასხვა სისტემები. მთავარი მახასიათებელი, რომელიც გამოარჩევს პოლიმერებს სხვა კლასის ქიმიური ნაერთებისგან და განსაზღვრავს მათ, როგორც იდეალურ მასალას პოლიმერული მემბრანების მისაღებად, არის მათი ფიზიკალური ბუნება და მოლეკულების დიდი ზომები, რომლებიც თავის მხრივ განაპირობებენ პოლიმერებში მაკროსკოპიულ დონეზე მოქმედი კოგეზიური ძალების არსებობას. პრაქტიკაში პოლიმერული მემბრანების მისაღები მასალებიდან განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენება პოლიკონდენსაციური პოლიმერები, რომლებიც მიიღება დიამინებისა და ორგანული დიკარბონმჟავებისა და მათი დიქლორანაწარმების, ქლორანჰიდრებისა და გლიკოლების ან ფენოლების, ქლორანჰიდრომჟავას და ბისფენოლების ფაზათაშორისი პოლიკონდენსაციით. პროცესი მიმდინარეობს შემდეგი სქემების მიხედვით:



აღნიშნული რეაქციებით ჩვენ მიერ სინთეზირებულია პოლიკონდენსაციური მასალები. პოლიკონდენსაციის ტარდებოდა 15-20°C-ზე, გამხსნელად გამოყენებულია დიმეთილაცეტამიდი, რომელიც ასრულებს არა მარტო

გამხსნელის, არამედ თანამდე დაბალმოლეკულური პროდუქტების აქცეპტორის როლს. დადგენილია, რომ ტემპერატურის აწევით მიიღება უფრო დაბალი მოლეკულური მასის მქონე პოლიმერები.

ცხრილი 1.

სინთეზირებული პოლიმერების ზოგიერთი მახასიათებელი

პოლიმერი	სიმკვრივე გ/სმ <sup>3</sup>	ლღ. t <sup>°</sup> C	წყალშთანთქმა, %
პოლიჰექსამეთილენადაპინამიდი [-HN(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> NHCO(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CO-] <sub>n</sub> (ნაილონი 6)	1,02	250	1,4
პოლიჰექსამეთილენსებაცინამიდი [-HN(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> NHCO(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> CO-] <sub>n</sub>	1,14	210-230	0,56
პოლიეთილენტერეფტალატი [OOCOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COO-] <sub>n</sub>	1,35	≥240	0,3

აღნიშნული პოლიმერების ქიმიური თვისებების, სტრუქტურების, კომფორმაციული აღნაგობის, გამოყენების პერსპექტივების გათვალისწინებით მეცნიერული კვლევების ჩასატარებლად პროექტის 2021 წლის ეტაპისათვის შერჩეული იქნა ალიფატური პოლიამიდების ( ნაილონი 6), პოლისულფონებისა და აცეტატცელულოზების კლასის წარმომადგენლები. კვლევების პროცესში გამოყენებული იყო ინსტიტუტში შექმნილი ლაბორატორიული დანადგარები: ლაბორატორიული ფილერი, MTSI-BP-4 და MTSI-JM-5 და ასევე ოპტიკური (Biolar, პოლონეთი) და მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპი (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd), ანალიზატორი ( Zetasizer Nano Zen 3690- Malvern Instruments, ინგლისი), ულტრაბგერის აპარატი (Unitra-Unima, UM-4, Olsztyn, Poland), (CENTRIFUGE MPW-210, MPW. Med Instruments, Poland), იონომერი (H-160, ბელორუსი), სიმღვრივის მზომი (Turb 555 IR, გერმანია), ცენტრიფუგის აპარატი (CENTRIFUGE MPW-210, MPW. Med Instruments, Poland).

ნაილონი 6 და 6,6 მიეკუთვნებიან ალიფატური პოლიამიდების მნიშვნელოვან წარმომადგენლებს. მათი კომპლექსური თვისებები თერმოსტაბილურობა, ელასტიურობა, სიმკვრივე, ორგანული გამხსნელების მიმართ მდგრადობა გამოწვეულია მოლეკულათამორისი წყალბადური ბმებით და განაპირობებს ამ კლასის პოლიმერების ლიდერულ პოზიციას მიკროფილტრაციული მემბრანების წარმოებაში. მაღალი წარმადობისა და სათანადო მექანიკური მახასიათებლების გამო ამ პოლიმერული მასალებისგან დამზადებული მემბრანები ფართოდ გამოყენება წყლის ფილტრაციის სფეროში. ალიფატური პოლიამიდების თვისებები მათი ქიმიური აღნაგობიდან გამომდინარე ფართოდიაპაზონში იცვლება. მყარ მდგომარეობაში მათ მაკრომოლეკულებს გააჩნიათ ბრტყელი ზიგზაგისებური კონფორმაცია. განსაკუთრებით მაღალი კრისტალურობით გამოირჩევა პოლიამიდი 6 და 6,6.

პოლიამიდური მემბრანები მიღებული იყო ფაზური ინვერსიის მეთოდით. ფაზური გარდაქმნა არის განმსაზღვრელი ფაქტორი მემბრანების მორფოლოგიის განსაზღვრისას. მემბრანების შექმნის ოპერაციები: პოლიმერის კონცენტრაცია, გამხსნელის ტიპი, გამოლექვის დრო და საკოაგულაციო აბაზანის შემადგენლობა, სააბაზანოში ნიმუშების ჩაშვების კუთხე პირდაპირ გავლენას ახდენს მემბრანების მორფოლოგიაზე და სატრანსპორტო თვისებებზე. ამ პირობების შერჩევა განსაზღვრავს თუ როგორი სტრუქტურის, ფორის ზომის, მახასიათებლების, სიმეტრიული თუ ასიმეტრიული მემბრანები წარმოიქმნება.

აღნიშნულ კვლევაში მიღებული იყო პოლიამიდი 6-ის(პა 6) 12%-იან ხსნარი ჭიანჭველმყავაში. ამ ორ კომპონენტთან სისტემაში შეტანილი იყო პოლიმერის მასის 30%, 40% და 50% პოლიეთილენგლიკოლი (პეგ-1000), რომელიც როგორც საუკეთესო ფორწარმომქმნელი აუქობებს მიღებული მემბრანების ზედაპირის სტრუქტურას, არეგულირებს ფორიანობას, ფორის ზომებსა და ჰიდროფილურობას.

გამშრალი პოლიამიდისა და პეგ-ის განსხვავებული რაოდენობები ზავდებოდა ჭიანჭველმყავაში, 55°C -ზე მაგნიტური სარეველას გამოყენებით. პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით (Biolar,) გადიდების დიაპაზონით 350-400. მიღებული ერთგვაროვანი, ჰომოგენური, მემბრანების დასასხმელი კომპოზიციები გაფილტვრისა და ვაკუუმში დეაერაციის შემდეგ დაიტანებოდა ლაბორატორიულ ფილერზე მოთავსებულ მინის პოლირებულ ფირფიტაზე (76მმx26მმx1მმ) უჟანგავი ფოლადის დანის დახმარებით. გამოლექვის პროცედურები ჩატარებულია გამოხდილ წყალში საკვაგულაციო აბაზანაში 60°C-ზე.

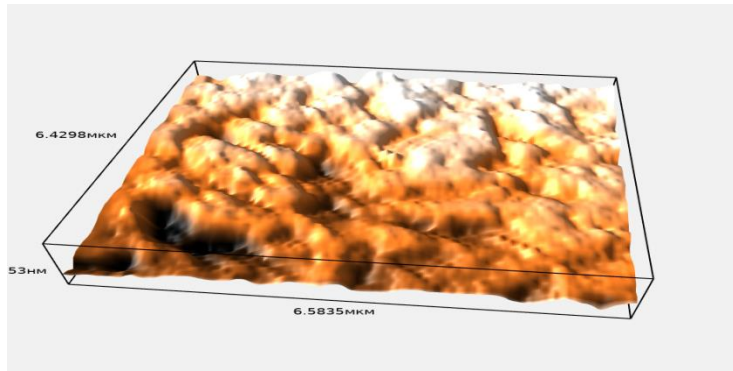
მემბრანების ფორის ზომები გამოთვლილია ფორმულით  $d_{max} = 0,81 / P$ , სადაც  $d_{max}$  - ფორის ზომა (მკმ), P - წნევა (ბარი, რომელზეც ბუმტულაკების წერტილი წარმოიქმნა). ხვედრითი წარმადობები გამოთვლილია ფორმულით:  $J = V / St$  სადაც, V - ფილტრატის მოცულობა (ლ), t-ფილტრაციის დრო (სთ), S-მემბრანის ფართობი. მემბრანის ეფექტური ფართობი 270 მმ². ფილტრატის გამჭვირვალობა მოწმდებოდა სიმღვრივის მზომზე. ცხრილში 2 მოცემულია პოლიმერული კომპოზიციების შედგენლობისა და მისი მორფოლოგიური მახასითებლების დამოკიდებულება ხვედრით წარმადობასთან.

ცხრილი 2.

პოლიმერული კომპოზიციების შედგენლობა და მორფოლოგიური მახასითებლები

მემბრანები	პოლიმერული კომპოზიციის შემადგენლობა	ხვ.წარმადობა ლ/მ²სთ	ფორის ზომა, მკმ	მემბრანის სისქე, მმ	ფორიანობა, %
N1	12% პა 6/HCOOH/ პოლიმერის მასის 30%პეგ	399,57	0,95	0,059	21±3
N2	12% პა 6/HCOOH/ პოლიმერის მასის 40%პეგ	490,81	0,56	0,051	45±1
N3	12% პა 6/HCOOH/ პოლიმერის მასის 50%პეგ	560,63	0,32	0,042	62±2

ცხრილიდან 2 ჩანს, რომ კომპოზიციურ ხსნარებში პეგ-ის რაოდენობის გაზრდასთან ერთად იცვლება მემბრანების ფორის ზომები, წარმადობა, ფორიანობა და მემბრანების სისქე. პეგ-ის რაოდენობის გაზრდა იწვევს მემბრანების სისქის თანდათანობით შემცირებას. ყველაზე გამჭვირვალე არის N3 მემბრანა. ფორწარმომქმნელის რაოდენობის გაზრდასთან ერთად მცირდება მემბრანების ბუმტულაკის წერტილით განსაზღვრული ფორის ზომები და ადგილი აქვს ნიმუშების ზედაპირული სტრუქტურის დახვეწას. სურათზე 1 მოცემულია N3 მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული კვლევის ნიმუში, რომელიც მიღებულია ინსტიტუტის ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის ლაბორატორიაში მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით პოლიამიდი 6-ისა და პეგ-1000-ის( პოლიმერის მასის 50%) გახსნით ჭიანჭველმყავაში.



სურათი 1. 12% პა 6/HCOOH/ ,50% პეგ 1000 კომპოზიციიდან მიღებული მემბრანა( N3)

აღნიშნული კვლევებიდან დადგინდა, რომ პეგ 1000-ის კონცენტრაციის გაზრდა ნაილონის დასასხმელ კომპოზიციამი იწვევს წყლის საფილტრაციო ნაკადის მატებას N1, N2 და N3 მემბრანებში. პა-6/პეგ-1000/ჰიანჭველმჟავა 50/50 თანაფარობით მომზადებული კომპოზიციიდან მიღებული მემბრანა N3-ის ხვედრითი წარმადობა შეადგენს 560,63, ფორის ზომა 0,32მკმ, მემბრანის სისქე 0,042მმ და ფორიანობა 62%. ფორის ზომის შემცირების მიუხედავად N3 მემბრანის ხვედრითი წარმადობა უფრო მეტია, ვიდრე N1 და N2 მემბრანების. მემბრანა N3 -ის მახასიათებლებისა და გაფილტრული წყლის ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ მისი გამოყენება შესაძლებელია წყლის მიკროფილტრაციულ დანადგარებში. კვლევების შედეგებზე გამოქვეყნებულია სამეცნიერო სტატია.

**პროექტის II მიმართულებით** - ქიმიური ნივთიერებების კლასიფიკაცია ფუძე-მჟავური ბალანსის მიხედვით და ფაზური ინვერსიის პროცესისთვის ერთი და მრავალკომპონენტური არაგამხსნელი ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრა - ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტები ფაზური ინვერსიის პროცესში კოაგულანტში სხვადასხვა ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების დამატებით, მისი ფუძე-მჟავური ბალანსის შეცვლით გამოწვეული სიბლანტისა და დიფუზიის კოეფიციენტის რეგულირებით მიღებულ მემბრანებში ფორების, ფორიანობისა და ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობების ცვლილებების შესასწავლად, რაც ხელს შეუწყობს ახალი თეორიული და პრაქტიკული მონაცემების შექმნას მემბრანების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების ვარიაციისთვის საექსპლოატაციო მოთხოვნათა შესაბამისად. მემბრანის ფილტრაციული მახასიათებლები მნიშვნელოვან ცვლილებებს გამოიწვევს მემბრანულ მეცნიერებასა და საწარმოო ინდუსტრიაში. მნიშვნელოვნად შეამცირებს ხარჯებს, გაზრდის ხელმისაწვდომობას და შექმნის ახალ შესაძლებლობებს.

ფაზური ინვერსიის პროცესში არაგამხსნელი ფუძე-მჟავური ბალანსის რეგულირება ცვლის ერთის მხრივ ხსნარის სიბლანტეს, მეორეს მხრივ გამხსნელი-არაგამხსნელის დიფუზიის კოეფიციენტს, რადგან სხვადასხვა ფუძურ-მჟავურ არეში კოაგულაცია მიმდინარეობს განსხვავებული სიჩქარით, რაც შესაბამისად იწვევს მემბრანის ფორის სტრუქტურის, ზომის, ზედაპირის სიმკისისა და წარმადობის ცვლილებას. ფაზური ინვერსიის პროცესის ოპტიმალურ რეჟიმულ პარამეტრებთან ერთად, აუცილებლობას წარმოადგენს აბაზანის შედგენილობისა და მჟავიანობის გავლენის კვლევა.

კვლევებში, ფაზური ინვერსიით მემბრანების მისაღებად გამოყენებული იყო აცეტატცელულოზას 9%-იანი ხსნარები დიმეთილაცეტამიდში. ხსნარები მიღებული იყო 55°C -ზე მუდმივი მორევის პირობებში, მაგნიტური სარეველას გამოყენებით. პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით გადიდების დიაპაზონით 350-400. პოლიმერული კომპოზიციების გამოლექვა ჩატარებული იყო განსხვავებული კონცენტრაციის კალციუმის ქლორიდიან და მმარმჟავიან ხსნარებში.

## ცხრილი 3

კოაგულანტის ცვალებადი შედგენილობის გავლენა მემბრანის ნიმუშების ფორის ზომებსა და წარმადობებზე

N	პოლიმერულიკომპოზიციის შედგენილობა	შემადგელობა	ფორის ზომა მკმ	მემბრანის წარმადობა ლ/მ <sup>2</sup> სთ
1	9%-იანი აცეტაცელულოზა/დიმეთილაცეტამიდი	გამოხდილი წყალი	2,2	2400
2	9%-იანი აცეტაცელულოზა/დიმეთილაცეტამიდი	კალციუმის ქლორიდი 80 მგ/ლ	1,9	1155
3	9%-იანი აცეტაცელულოზა/დიმეთილაცეტამიდი	კალციუმის ქლორიდი 160 მგ/ლ	2,1	2355
4	9%-იანი აცეტაცელულოზა/დიმეთილაცეტამიდი	ძმარჟავა 2,4 მლ/ლ	1,7	3155
5	9%-იანი აცეტაცელულოზა/დიმეთილაცეტამიდი	ძმარჟავა 3 მლ/ლ	1,6	3888

ცხრილიდან ჩანს, რომ გამოხდილ წყალში და  $\text{CaCl}_2$ -ის შემცველ ხსნარში გამოლეკილი მემბრანული ნიმუშების წარმადობასა და ფორის ზომას შორის განსხვავება უმნიშვნელოა, მაშინ როცა  $\text{CH}_3\text{COOH}$ -იან ხსნარში გამოლეკილი მემბრანების წარმადობა გაზრდილია, ფორის ზომების მნიშვნელობების შემცირების მიუხედავად. შემჯავებულ ხსნარში გამოლეკილი მემბრანების წარმადობის ზრდა ადასტურებს, რომ საკოაგულაციო აბაზანის როგორც შემადგენლობა, ასევე მჟავიანობა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მემბრანების ფორმირებისას ფაზური ინვერსიის პროცესში. წყალბადის იონების არსებობა საკოაგულაციო აბაზანაში ცვლის პოლიმერული კომპოზიციიდან კოაგულანტში გამხსნელის დიფუნდირების სიჩქარეს და გავლენას ახდენს მემბრანების მორფოლოგიურ მახასიათებლებზე. დამლექავის შეჭრის გამო პოლიმერული სისტემის არასტაბილურ მდგომარეობაში გადასვლისა და მოლეკულათაშორისო ურთიერთქმედებების ცვლილების თანმდევი მოვლენაა კომპონენტების კონცენტრაციის გადანაწილება, რომელიც თავის მხრივ იწვევს სისტემაში კომპონენტების დიფუზური დინებების წარმოქმნას. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს აღმავალ დიფუზიას მცირე კონცენტრაციებიდან დიდ კონცენტრაციებამდე, მოცულობის ერთეულში განსხვავებული მიმართულების დიფუზური ნაკადების არსებობა, რომლებიც წარმოადგენენ გამხსნელისა და არაგამხსნელის ნარევეს, ამახინჯებს მათი მოლეკულების რადიალური შემხვედრი ურთიერთდიფუზიის მოდელს პროცესის მამოძრავებელი ძალის გადანაცვლებითა და პოლიმერულ ხსნარებში კონვექციური ნაკადების წარმოქმნით.

ფუჟე დამლექავების ( $\text{pH} > 12$ ) შემთხვევაში მემბრანების ფორიანობა მცირდება. გამოსალექი აბაზანის ნეიტრალურ ან შემჯავებულ გარემოში მიღებული მემბრანების ( $\text{pH} < 7$ ) ფორიანობა გაცილებით იზრდება. აღნიშნული ეფექტი შეიძლება აიხსნას იმ გარდაქმნებით, რომლებიც ხდება პოლიმერული გელის ბადეში გამოსალექი ხსნარიდან გადასული წყალბადის იონების შესვლით, რომელიც შესაძლებელია იწვევდეს პოლიმერის დახვეული მაკრომოლეკულური სეგმენტების გასწორებასა და უფრო მოწესრიგებული სისტემის მქონე მემბრანის შექმნას. ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა, რომ აცეტაცელულოზური მემბრანების ფორების ზომების რეგულირება შესაძლებელია საკოაგულაციო ხსნარის  $\text{pH}$ -ის ცვლილებით არაგამხსნელში ფუძურ-

მკავეური ბუნების სხვადასხვა არაორგანული და ორგანული ნივთიერებების დამატებითა და გაყოფის პროცესების კონტროლით.

ჩატარებული იყო, ახალი შემადგენლობის პოლისულფონური ფილტრაციული მემბრანების მისაღები პოლიმერული კომპოზიციური ხსნარებისა და მათი გამოლექვით ფორმირებული მემბრანების ზედაპირის მორფოლოგიის კვლევა. სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა პოლიეთერსულფონების (პეს) პოლიმერული კომპოზიციებიდან მიღებული მემბრანული აპკების მახასიათებლებზე სხვადასხვა მარკის K12, K17, K25 და რაოდენობის (5%, 10%, 15%) პოლივინილპიროლიდონის(პვპ) გავლენის შესწავლა. პოლიეთერსულფონების 15%-იანი ხსნარი დიმეთილაცეტამიდში(დმმა) და ორგანულ დანამატად პოლივინილპიროლიდონი კომპოზიციები მომზადებულია ლაბორატორიულ პირობებში 5 სთ –ის განმავლობაში მუდმივი მორევით (50-55 °C). გამოლექვა წარმოებდა ლაბორატორიულ ფილერზე 30°C ტემპერატურაზე წყალში.

პოლიმერული კომპოზიციების შედგენილობები და მიღებული მემბრანული აპკების წარმადობები მოცემულია ცხრილში 4.

სხვადასხვა მოლეკულური მასისა და კონცენტრაციის მქონე პოლივინილპიროლიდონის შემცველი პოლიმერული კომპოზიციების სიბლანტე შესწავლილია ვისკოზიმეტრული მეთოდით, ხოლო ნაწილაკების ზომა და რიცხვი ხსნარებში განსაზღვრულია სიმღვრივის სპექტრის მეთოდით და ასევე, ანალიზატორზე( Zetasizer Nano Zen 3690- Malvern Instruments).

ცხრილი 4.

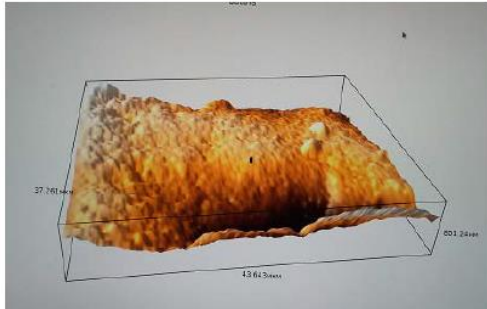
პოლიმერული კომპოზიციების ხსნარების შედგენილობები, ნაწილაკების ზომა და რიცხვი ხსნარებში, მიღებული მემბრანების მახასიათებლები.

პოლიეთერსულფონის კონც.მას. %	პვპ-ის კონც.მას.%	პვპ-ის მარკა	r, ნმ	ნაწილაკების რიცხვი Nx10 <sup>11</sup>	აპკების ფორის ზომა,მკმ	მემბრანული აპკების ხვედრითი წარმადობა ლ/მ <sup>2</sup> .სთ
15	5	K25	220	0,32	0,9	752
15	10	K25	280	0,25	0.85	625
15	15	K25	310	0,21	0,73	520
15	5	K17	125	0,57	0,51	689
15	10	K17	160	0,31	0,65	536
15	15	K17	195	0,27	0,78	428
15	5	K12	140	0,53	1,0	250
15	10	K12	135	0,45	1,1	184
15	15	K12	161	0,31	0,95	135

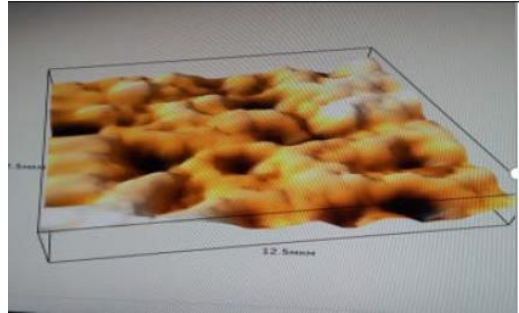
მიღებული მემბრანული აპკების ზედაპირული ტოპოგრაფია შესწავლილია მასკანირებელი ზონდურ მიკროსკოპზე. სურათზე 2 მოცემულია პეს/პვპ/დმმა (5% K 25 პვპ) პოლიმერული კომპოზიციიდან მიღებული აპკის მიკროსურათი, ხოლო სურათზე 3 მოცემულია პეს/პვპ/დმმა (15% K 25 პვპ) პოლიმერული



კომპოზიციიდან მიღებული აპკის ტოპოგრაფიული სურათი. სურათებიდან ჩანს, რომ მემბრანების ზედაპირების ტოპოგრაფიული გამოსახულებები განსხვავებულია. 15%-იანი K 25 პვპ-ს შემცველი ხსნარებიდან მიღებული ნიმუშის ზედაპირის რელიეფი 5%-იანი K 25 პვპ-ს შემცველი ხსნარებიდან მიღებული ნიმუშის ზედაპირთან შედარებით არის ერთგვაროვანი ფოროვანი სტრუქტურის, მასში არ შეიმჩნევა დეფექტები და მიკროღრუები.



სურათი 2. პეს/პვპ/დმმა (5% K 25 პვპ)  
პოლიმერული კომპოზიციიდან  
მიღებული აპკის მიკროსურათი.



სურათი 3. პეს/პვპ/დმმა (15% K 25 პვპ)  
პოლიმერული კომპოზიციიდან  
მიღებული აპკის მიკროსურათი.

ცხრილის მომაცემებიდან და აპკების მიკროსურათების შესწავლის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ პოლიეთერსულფონის 15%-იანი პოლიმერული კომპოზიციიდან გამოლექილი მემბრანული აპკებიდან საუკეთესო ზედაპირული სტრუქტურითა და მაღალი წარმადობით გამოირჩევა K 25 მარკის პოლივინილპიროლიდონის 15%-ის დამატებით მიღებული მემბრანა. უფრო დაბალმოლეკულური მასის მქონე მარკების პვპ-ს შემცველი ხსნარებიდან მიღებულ მემბრანულ აპკებს გააჩნიათ დეფექტები და დაბალი ხვედრითი წარმადობები, რის გამოც ამ შედგენლობების კომპოზიციებისგან მემბრანების მიღება არ არის მიზანშეწონილი.

**პროექტის III მიმართულებით** - ერთნაირი შემადგენლობის პოლიმერული კომპოზიციური ხსნარების ფაზური ინვერსიის პროცესი გამოლექვის სხვადასხვა ტემპერატურულ პირობებში და ფილერის სააბაზანოში ჩაშვების განსხვავებული კუთხით - ჩატარებულია, აცეტატცელულოზური მიკროფილტრაციული მემბრანების შექმნისა და მათი თვისებების შესწავლის სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოები. მემბრანების მისაღებად გამოყენებული იყო დიაცეტატცელულოზა, რომლის ეთერიფიკაციის ხარისხი შეადგენს  $\gamma = 250-270$ , ხოლო ჩანაცვლების ხარისხი 2,5-2,8. დიაცეტატცელულოზას საშუალო სიბლანტური მოლეკულური მასა გაანგარიშებული იქნა მარკ-კუნ-ჰაუენკის განტოლების გამოყენებით  $[\eta] = k \times M_{\eta}$ .  $k$  და  $\alpha$  განსაზღვრული იქნა ცნობილი მეთოდით,  $k=0,8 \times 10^{-4}$ ,  $\alpha=0,78$ . დიაცეტატცელულოზას გახსნისათვის გამოყენებული იქნა აპროტონული ნივთიერება დიმეთილაცეტამიდი.

ფაზური ინვერსიის პროცესის შესწავლას ვაწარმოებდით ინსტიტუტში შექმნილ ავტომოტორიზებულ ლაბორატორიულ დანადგარზე. მომზადებული იყო აცეტატცელულოზას 5% და 7%-იანი ხსნარები დიმეთილაცეტამიდში. საკვლევი ნიმუშები გამოლექილი იქნა ლაბორატორიულ ფილერზე გამოხდილ წყალში. ყველა ნიმუშის სისქე იყო 0,1მმ. გამოლექვის პროცესი ჩატარებული იქნა გამოხდილ წყლიან აბაზანაში. ზოგიერთი ნიმუშის ფაზური ინვერსიის პროცესის პირობები და მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობები მოცემულია ცხრილში 5.

## ცხრილი 5.

ფაზური ინვერსიის პროცესის ჩატარების პირობები და მიღებული მემბრანების წარმადობები

N N N N N N N	დიაცეტატცელულოზის კონცენტრაცია, მას. %	აბაზანაში ჩაშვების კუთხე, °	აბაზანაში ჩაშვების სიჩქარე, მმ/წთ	აბაზანის ტემპერატურა, °C	ხვედრითი warmadoba ლ/მ <sup>2</sup> სთ
1	5	10	200	20	700
2	5	45	200	40	1550
3	5	80	200	60	1000
4	7	10	200	20	1400
5	7	45	200	40	2445
6	7	80	200	60	1700

როგორც ცხრილიდან ჩანს, საკოაგულაციო აბაზანის ტემპერატურისა და კონცენტრაციის გაზრდა იწვევს მემბრანების წარმადობის გაზრდას, მაგრამ საუკეთესო წარმადობის მემბრანები, როგორც 5%-იანი, ასევე 7%-ა ცეტატცელულოზის შემთხვევაში მიიღება აბაზანაში ფილერის 45 გრადუსიანი კუთით ჩაშვებისა და აბაზანის ტემპერატურის 60°C-ის შემთხვევაში. ექსპერიმენტების სერიების საფუძველზე დადგენილია, ფილერის ჩაშვების სიჩქარე 200 მმ/წთ, მიღებული მემბრანების ფორის ზომები მერყეობს 0,3-0,45 მკმ-ის შუალედში.

პოლისულფონური მიკროფილტრაციული მემბრანების მისაღებად პოლისულფონურ კომპოზიციებში ორგანულ დანამატად გამოყენებული იყო პეგ-400 და პოლოქსამერი. მემბრანების ფორმირება ჩატარებულია ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდით. აღნიშნული პოლიმერისგან მემბრანების ფორმირება შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა პირობებში, განსხვავებულ რეჟიმებში და განსხვავებული ფორწარმომქმნელის დამატებით, რაც ასევე იძლევა ფორის ზომისა და ხვედრითი წარმადობის ვარიაციების საშუალებას ფართო დიაპაზონში.

პოლისულფონი (პს) თავსდება 100 მლ-ან კოლბაში, 5%-იან ხსნარში დიმეთილფორმამიდში (დმფ) და ტარდება გახსნის პროცესი 55°C-ზე გაცხელებით მაგნიტური სარეველათი, მუდმივი მორევის პირობებში. გახსნილ კომპოზიციას ემატებოდა პოლიეთილენგლიკოლი (PEG-400) და პოლოქსამერი (Pluronic F-127) და მორევა გრძელდებოდა კიდევ 1 საათს. პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით (Biolar, პოლონეთი), გადიდების დიაპაზონით 350-400 და მასზე დამონტაჟებული 10.7 მკმ მკაფიოობის ციფრული კამერით, რომელიც გამოსახულებას ადიდებს 1,5-3-ჯერ. პოლისულფონის გახსნის მონიტორინგი და დასასხმელ ხსნარებში ნაწილაკების ზომები გამოკვლეულ იქნა Malvern Zetasizer Nano-ZS90. მიღებული ერთგვაროვანი, ჰომოგენური, მემბრანების დასასხმელი კომპოზიციები გაფილტვრისა და ვაკუუმში დეაერაციის შემდეგ დაიტანებოდა ლაბორატორიულ ფილერზე მოთავსებულ მინის პოლირებულ ფირფიტაზე უჟანგავი ფოლადის დანის დახმარებით. გამოლექვის პროცედურები ჩატარებულია გამოხდილი წყლის საკოაგულაციო აბაზანაში 60°C-ზე. მიღებული ნიმუშები ირეცხებოდა 60°C-იანი წყლით ნსთ-ის განმავლობაში, ყოვნდებოდა გამრეცხ აბაზანაში წყალში ხსნადი ნივთიერებების მოსაცილებლად.

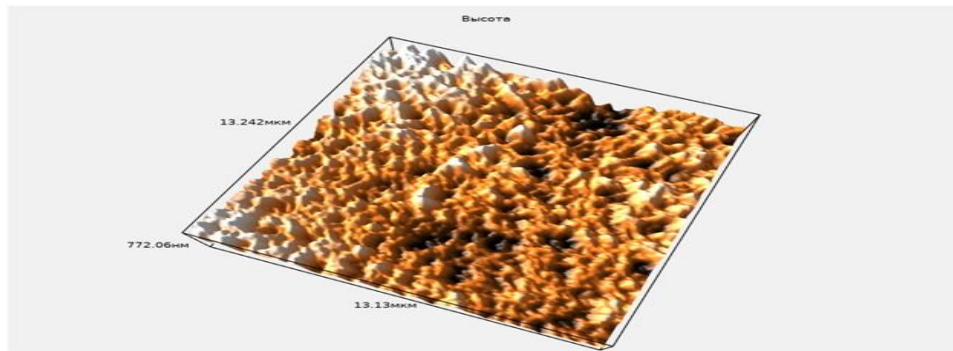


## ცხრილი 6.

## კომპოზიციების შემადგენლობა და მიღებული ნიმუშების მახასიათებლები

მემბრანები	პოლიმერული კომპოზიციის შემადგენლობა	ხვედრითი წარმადობა ლ/მ <sup>2</sup> სთ	ფორის ზომა, მკმ	ფორიანობა, %
P <sub>1</sub>	18%-იანი პს / დმფ / (უდანამატო)	2900	0,55	30±2
P <sub>2</sub>	18% -იანი პს / დმფ /CaCl <sub>2</sub> 30%პეგ+20%პოლოქსამერი	5333	1,08	41±1
P <sub>3</sub>	18%-იანიპს/დმფ/CaCl <sub>2</sub> +15%პეგ+20%პოლოქსამერი	4740	0,81	50±3
P <sub>4</sub>	18%-იანიპს/CaCl <sub>2</sub> /დმფ +15%პეგ+10%პოლოქსამერი	4700	0,67	62±2

მემბრანების ფორის ზომა და ხვედრითი წარმადობა, როგორც აღვნიშნეთ, განსაზღვრულ იქნა ინსტიტუტში დამზადებულ ლაბორატორიულ დანადგარებზე. ფილტრატის სისუფთავე მოწმდებოდა სიმღვრივის მზომზე. ცხრილიდან 6 ჩანს, რომ პოლისულფონის უდანამატო კომპოზიციიდან მიღებული P<sub>1</sub> ნიმუშის წარმადობა, ფორის ზომა და ფორიანობა არის უფრო მცირე, ვიდრე დანამატიანი ნიმუშების. მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით მემბრანების ზედაპირის ტოპოგრაფიულმა კვლევამ აჩვენა, რომ ერთდროულად პეგ-ისა და პოლოქსამერის დამატებამ P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> და P<sub>4</sub> გაზარდა რელიეფის ერთგვაროვნება, ფორიანობა და წარმადობა. მემბრანების ზედაპირები გახდა უფრო გლუვი და მკვრივი. სურათზე 4 მოცემულია P<sub>4</sub> ნიმუშის მიკრო სურათი რომელზეც მუქი და ღია ფერის მონაკვეთები ერთგვაროვნად არის განაწილებული. ამ მემბრანის წარმადობა ფორის ზომის შემცირების მიუხედავად უფრო მეტია, ვიდრე უდანამატო ნიმუშის, ვინაიდან გაუმჯობესებულია მემბრანის ფორიანობა და სიმქისე.



სურათი 4. P<sub>4</sub>საცდელი მემბრანული ნიმუშის ტოპოგრაფიული სურათი

ჩატარებული კვლევებით დადგენილია, რომ პეგისა და პოლოქსამერის მოცემული რაოდენობები 18%-იანი პოლისულფონის პოლიმერული კომპოზიციის ხსნარებში გავლენას ახდენს მიღებული მიკროფილტრაციული მემბრანების სტრუქტურაზე, მახასიათებლებზე და იძლევა მემბრანების ფორის ზომის ვარიაციის საშუალებას 0,67მკმ-1,08მკმ ფარგლებში.

ამრიგად, საანგარიშო პერიოდში ჩატარებული ექსპერიმენტების სერიის საფუძველზე შერჩეულია მემბრანების მისაღები პოლიმერული და ორგანული ფორწარმომქმნელი მასალები, შექმნილია განსხვავებული შედგენილობის, აგებულების, ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების მქონე მიკროფილტრაციული მემბრანული ნიმუშები, შესწავლილია თხევადი პოლიმერული კომპოზიციების ფაზური გადასვლის პროცესების ჩატარების პირობები და ამ ფაქტორების გავლენა მემბრანების მორფოლოგიაზე. აღრიცხულია ექსპერიმენტის მონაცემები, შესრულებულია წლიური ანგარიში და გამოქვეყნებულია ორი სტატია.

1. „ პოლიმერული დანამატების გავლენის შესწავლა ალიფატური ამიდებისგან მიღებული მემბრანების სტრუქტურაზე“ , საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, N 2, 93ტ, 2021, 107-109გვ.
2. „ორგანული დანამატების გავლენის კვლევა პოლისულფონური მემბრანების სტრუქტურაზე“, საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, N 2, 93ტ, 2021, 110-112გვ.

**III პროექტი - I მიმართულება**

საკვები პროდუქტისა და სასმელი წყლის დაბინძურება აღიარებულია 21-ე საუკუნის მთავარ გამოწვევად. იზრდება მოთხოვნა ახალ, ინოვაციურ მემბრანულ ტექნოლოგიებზე, რომლებიც ხელს შეუწყობენ კაცობრიობის ძირითადი გლობალური პრობლემების გადაწყვეტას – მოსახლეობის უზრუნველყოფას ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებითა და სასმელი წყლით. ბარომემბრანული გაყოფის პროცესების კვლევა წარმოადგენს მემბრანული მეცნიერებების ფუნდამენტური და გამოყენებითი კვლევების აქტუალურ საკითხს, რომლის გადაწყვეტას გააჩნია, როგორც მეცნიერული, ისე პრაქტიკული ღირებულება. პროექტში სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს დიდი მოცულობის საფილტრაციო ნაკადებისათვის ჩიხური და ტანგენციალური მიკროფილტრაციული პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა ბუნებრივი წყლების (მდინარის, ტბის, ჭის, წვიმის) გასაწმენდად სოფლების, დასახლებული პუნქტების სასმელი წყლით უზრუნველსაყოფად. შესწავლილი იქნა, სადაწნეო საკნის გეომეტრიისა და მასში განვითარებული ნაკადების მოძრაობის (ლამინარული, ტურბულენტური) გავლენა მემბრანული დანადგარის მაღალი წარმადობის უზრუნველყოფისა და საექსპლოატაციო ვადის გახანგრძლივებისათვის.

შესწავლილი იქნა ფორმაზინის ერთეულით FTU-10 სიმღვრივის წყლის 2მკმ, 5მკმ, 10მკმ, 20მკმ ფორის ზომის მქონე მემბრანებით მიკროფილტრაციის პროცესი ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმების ცვალებადი წნევის, სიჩქარისა და საცირკულაციო ნაკადის პირობებში. კვლევა განხორციელდა მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის მემბრანული პროცესების კვლევისა და ნანოტექნოლოგიების დამუშავების განყოფილებაში შექმნილ ლაბორატორიულ და პილოტურ დანადგარებზე. კვლევის შედეგები ასახულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1.

მემბრანების ხვედრითი წარმადობები FTU-10 სიმღვრივის მტკნარი წყლისათვის

მემბრანის ფორის ზომა მკმ	ფილტრატის სიმღვრივე ფორმაზინის ერთეულით FTU	ხვედრითი წარმადობა ლ/სთმ <sup>2</sup>
2	0.01	4677
5	0.03	14242
10	0.16	17356
20	0.25	21166

ცხრილში 1 მოცემული ექსპერიმენტების შედეგებიდან ნათელია, რომ 2მკმ, 5მკმ, 10მკმ, 20მკმ ფორის ზომის მქონე მემბრანებით FTU-10 სიმღვრივის მტკნარი წყლის მიკროფილტრაციის შედეგად ფილტრაციის ხარისხის ოპტიმალური მაჩვენებელი გამოვლინდა 2 მკმ და 5 მკმ ფორის მქონე მემბრანებში, რომელთა საშუალებით მიღებული ფილტრატის სიმღვრივე შეადგენდა FTU 0.01 და FTU 0.03. ხვედრითი წარმადობების უკეთესი მაჩვენებლები გააჩნია 5მკმ, 10მკმ, 20მკმ ფორის მემბრანებს. აქედან გამომდინარე, ფილტრაციის ხარისხისა და ხვედრითი წარმადობის ერთდროული ოპტიმალური მაჩვენებლების გათვალისწინებით შერჩეული იქნა 5მკმ ფორის ზომის მქონე მემბრანა.

სადაწნეო საკანში სითხის მოძრაობის დასახასიათებლად გამოყენებული იქნა რეინოლდსის რიცხვი, რომელიც განისაზღვრება სადაწნეო საკანის ჰიდრავლიური დიამეტრით, საშუალო სიჩქარითა და სითხის კონემატიკური სიბლანტით. რეინოლდსის რიცხვი განისაზღვრა სადაწნეო საკანის სხვადასხვა გეომეტრიული ზომებისა და მასში მოძრავი სითხის სიჩქარეებისათვის, რომლის შედეგები მოცემულია ცხრილში 2.

ცხრილი 2.

რეინოლდსის რიცხვის მნიშვნელობები სადაწნეო საკანში სითხის მოძრაობის საწყისი საშუალო სიჩქარეებისათვის

<b><math>V_{საშ}</math> მ/წმ</b>	0,4	0,5	0,55	0,6	0,8	1	1,5
<b><math>Re</math></b>	1434	1793	1972	2151	2868	3586	5378

როგორც ცხრილი 2-დან ჩანს, სიჩქარის 0,4 მ/წმ, 0,5 მ/წმ, 0,55მ/წმ მნიშვნელობებისათვის რეინოლდსის რიცხვს 2000-ზე ნაკლები მნიშვნელობა შეესაბამება, რაც სადაწნეო საკანში ლამინარულ დინებაზე მიუთითებს. სიჩქარის 0,6მ/წმ და მეტი მნიშვნელობისათვის რეინოლდსის რიცხვი 2000-ს აღემატება, რაც მემბრანული აპარატის სადაწნეო საკანში ტურბულენტურ რეჟიმულ დინებებზე მიუთითებს.

სადაწნეო საკანის ოპტიმალური გეომეტრიული კონფიგურაცია შესწავლილი იქნა საკანის სიმაღლის სამი მნიშვნელობისათვის ლამინარული და ტურბულენტური ჰიდროდინამიური რეჟიმების პირობებში: 0.2 მმ; 0.4მმ; 0.6 მმ მ/წმმკვრ. კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში 3 და ცხრილში 4

ცხრილი 3.

სითხის ნაკადის ლამინარული რეჟიმისათვის 5 მკმ ფორის ზომის მემბრანის ხვედრითი წარმადობა სადაწნეო საკანის სხვადასხვა სიმაღლისათვის

	ხვედრითი წარმადობა (ლ/სთმ <sup>2</sup> )							
ფილტრაციის დრო, სთ	0.5	1	1.5	2	2.5		3.5	4
სადაწნეო საკანის სიმაღლე, h, მმ								
0.2	14184	13060	12474	12168	11812	9924	8164	7327
0.4	14445	13128	12654	12346	12100	10468	9152	8868
0.6	13160	12166	11142	10892	9824	8456	8012	6824

## ცხრილი 4.

სითხის ნაკადის ტურბულენტური რეჟიმისათვის 5 მკმ ფორის ზომის მემბრანის ხვედრითი წარმადობა სადაწნეო საკნის სხვადასხვა სიმაღლისათვის

ფილტრაციის დრო, სთ	ხვედრითი წარმადობები (ლ/სთმ <sup>2</sup> )							
	0.5 სთ	1 სთ	1.5სთ	2სთ	2.5სთ	3სთ	3.5 სთ	4 სთ
სადაწნეო საკნის სიმაღლე, მ, მმ								
0.2	18065	17642	15927	15732	15125	13089	11480	11092
0.4	17886	16425	15592	15246	14812	12419	11224	9164
0.6	16452	15318	13928	13645	10712	10648	10024	8536

სითხის ნაკადის ლამინარული მოძრაობისათვის ხვედრითი წარმადობის მაქსიმალური ასიმპტოტური მნიშვნელობა გამოვლინდა სადაწნეო საკნის სიმაღლის  $h=0.4$  მ მნიშვნელობისათვის, ხოლო ტურბულენტურ მოძრაობისათვის ხვედრითი წარმადობის მაქსიმალური ასიმპტოტური მნიშვნელობა გამოვლინდა სადაწნეო საკნის სიმაღლის  $h=0.4$  მ მნიშვნელობისათვის.

მიღებული კვლევის შედეგები სადაწნეო საკნის დადგენილი გეომეტრიისათვის სითხის ნაკადის ლამინარული და ტურბულენტური მოძრაობისათვის საშუალებას იძლევა მოხდეს მემბრანულ სისტემებში ჰიდროდინამიური პროცესების კვლევისა და მისი სრულყოფილების შეფასება და შემდგომი დახვეწის შესაძლებლობის ანალიზი.

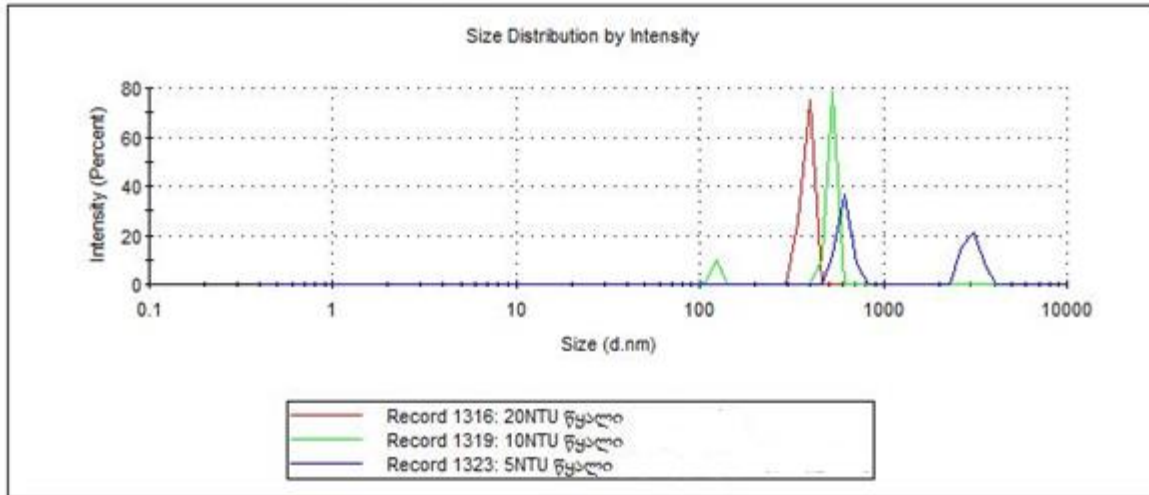
## მიმართულება II

ბუნებრივი წყლები ქიმიურად და ბიოლოგიურად დაბინძურებულია. მათში არსებული ბაქტერიები (0,5-10 მკმ), რიკეტსიები (0,4-1,0 მკმ), ვირუსები (200-400 ნმ), სოკოები (3-50მკმ), შეწონილი, კოლოიდური ნაწილაკები: ლამი ( $27 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-6}$ მ), თიხა ( $25 \times 10^{-3}$ ნმ), თიხა პუდრი (500-200ნმ), ჰუმუსური ნივთიერებები (მ.მასა 20-250000 დალტონი, 6-80ნმ), ეგზო- და ენდოგენური პიროგენური ნივთიერებები ( 20-100 ნმ) არღვევენ ცოცხალი ორგანიზმების ჰომეოსტაზს, რაც საშიშია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის.

პროექტში სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს ცვალებადი შედგენილობისა და სიბლანტის ხსნარების მემბრანული გაყოფის პროცესში მემბრანის ზედაპირზე დანალექის წარმოქმნის მექანიზმის შესწავლა ლამინარული და ტურბულენტური ნაკადის პირობებში.

ბუნებრივი წყლების დამუშავების დროს მემბრანული აპარატების წარმადობის შემცირების ძირითადი მიზეზი არის ზემოთ ჩამოთვლილი ორგანული, არაორგანული წარმოშობის კოლოიდური და შეწონილი ნაწილაკების დეპონირება მემბრანის ზედაპირზე და ფორებზე, რასაც თან ახლავს ფორების დახშობა და ნალექის ფენის ფორმირება. ეს იწვევს ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობის გაზრდას, რაც მკვეთრად აუარესებს გაყოფის პროცესის ძირითად მახასიათებლებს - გაღწევადობას, სელექტიურობასა და ხვედრით წარმადობას.

მემბრანაზე არსებული დანალექის წარმოქმნის მექანიზმის კვლევისათვის ბუნებრივ წყალში არსებული ნივთიერებების ზემოთ აღწერილი კლასიფიკატორის მიხედვით დამზადდა 1, 5, 10, 20 NTU-სიმღვრივის მოდელოური ხსნარები, რომლებიც შესწავლილი იქნა ნანონაწილაკების ზომის განმსაზღვრელი ანალიზატორის საშუალებით. კვლევის შედეგები მოცემულია სურათზე 1.



სურათი 1. 1; 5; 10; 20 NTU-სიმღვრივის მოდელურ ხსნარებში არსებული ნანონაწილაკების ზომა ( Zetasizer Nano Zen 3690)

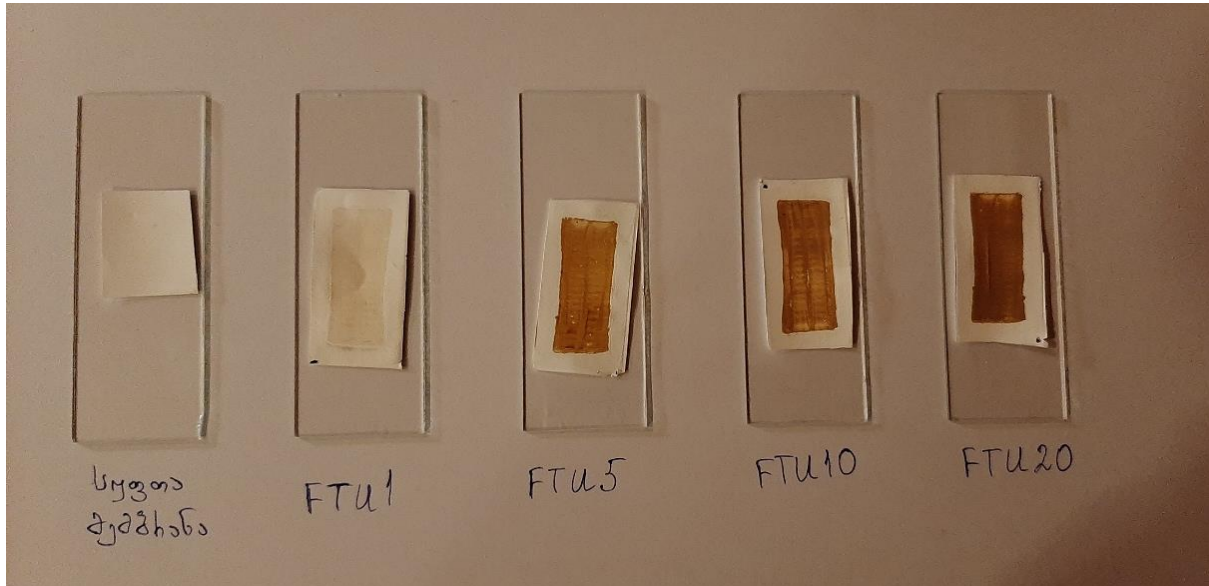
დანალექის წარმოქმნის მექანიზმის შესასწავლად ჩატარდა ექსპერიმენტების სერია ოპტიმალური გეომეტრიისა და საგარანტიო რესურსის მექონე 5მკმ ფორის მემბრანაზე 1, 5, 10, 20 NTU-სიმღვრივის მოდელურ ხსნარების მიკროფილტრაციული და ლამინარული რეჟიმების პირობებში, რომელთა კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში 5.

ცხრილი 5.

5 მკმ ფორის მექონე მემბრანით სხვადასხვა სიმღვრივის მოდელური ხსნარების ფილტრაციის შედეგები ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმების პირობებში

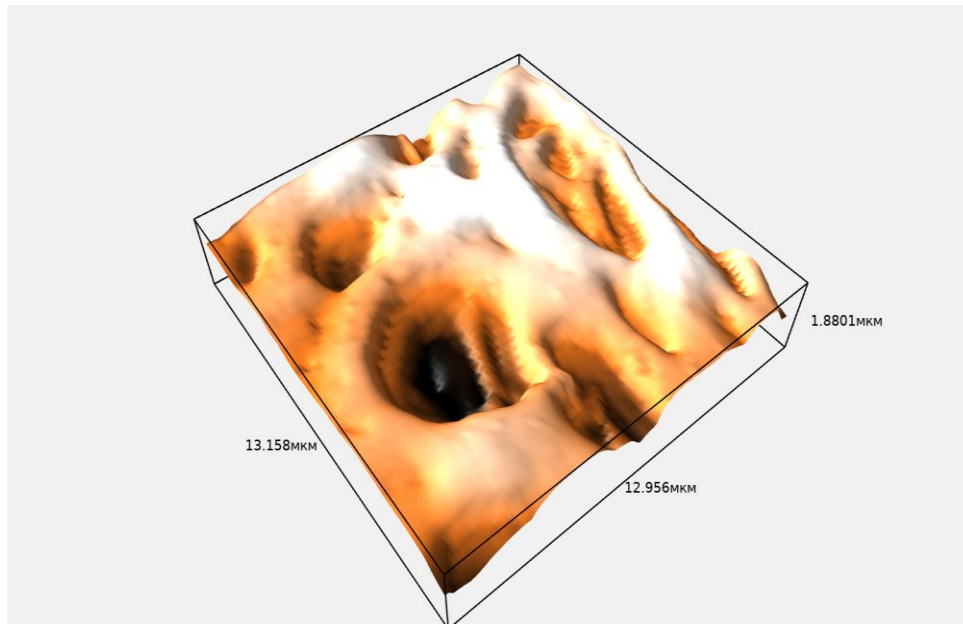
მოდელური ხსნარის სიმღვრივე, FTU	წარმადობა, ლ/სთმ <sup>2</sup>		ფილტრატის სიმღვრივე FTU
	ლამინარული რეჟიმი	ტურბულენტური რეჟიმი	
ონკანის წყალი	15151	18151	0.01
1	14242	17854	0.01
5	13120	16528	0.03
10	11460	14386	0.03-0.01
20	9200	11624	0.01

1, 5, 10, 20 NTU სიმღვრივის მოდელური ხსნარების მიკროფილტრაციის შედეგად მემბრანაზე გაჩენილი დანალექი არის სხვადასხვა შეფერილობის და სისქის.

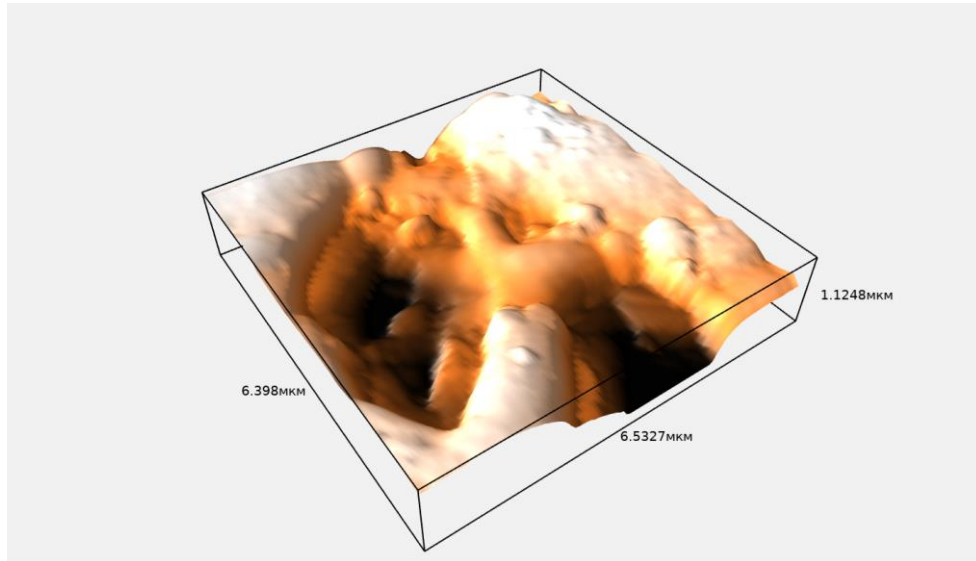


სურათი 2. 5 მკმ ფორის ზომის მემბრანაზე სხვადასხვა სიმღვრივის მოდელური ხსნარების მიკროფილტრაციის შედეგად მემბრანის ზედაპირები წარმოქმნილი დანალექით

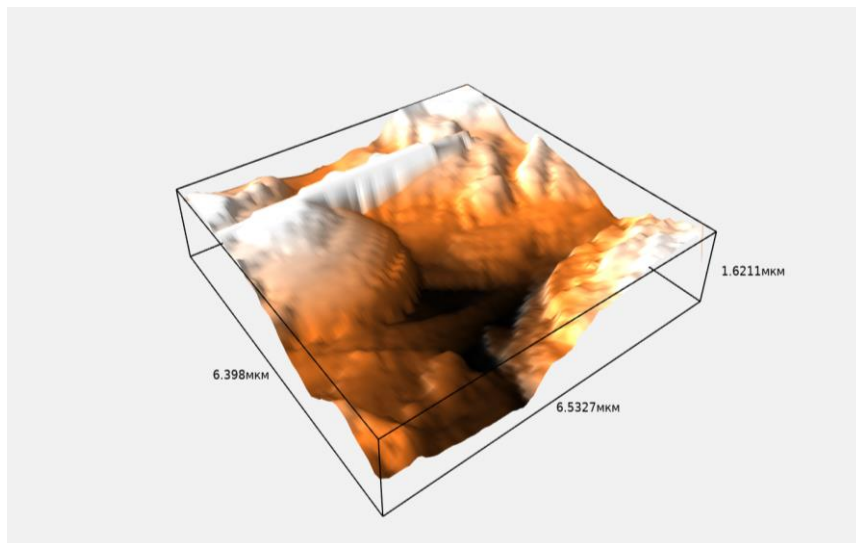
მემბრანების ზედაპირზე არსებული დანალექის წარმოქმნის მექანიზმის დასადგენად ზედაპირები შესწავლილი იქნა მასკანირებელი ზონდური (ტუნელური) მიკროსკოპის საშუალებით.



სურათი 3. 5მკმ ფორის ზომის ახალი მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულება

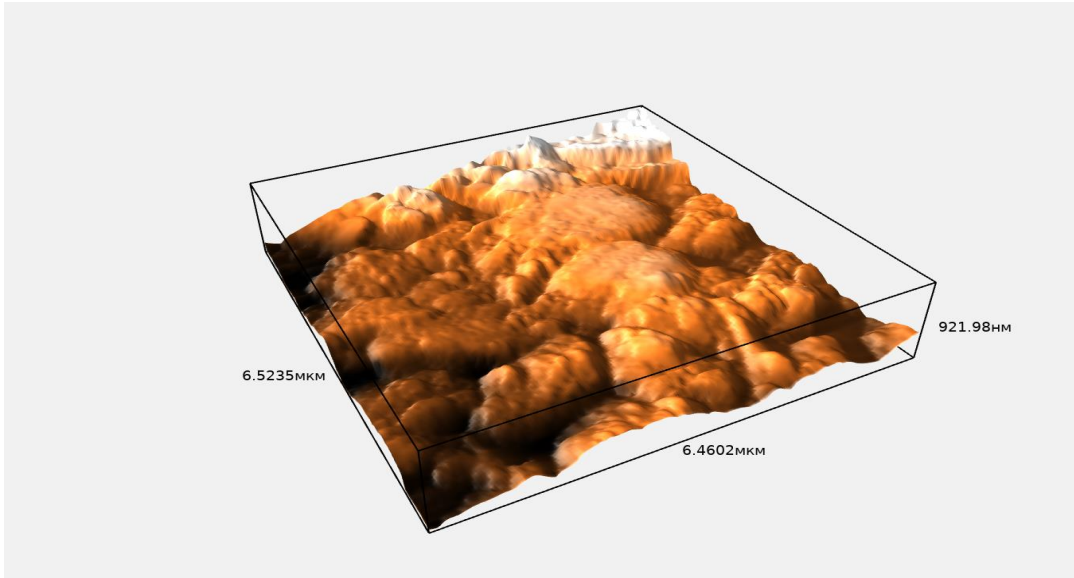


სურათი 4. FTU 1 სიმღვრივის ხსნარის 5მკმ ფორის ზომის მემბრანით მიკროფილტრაციის შემდეგ მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულება

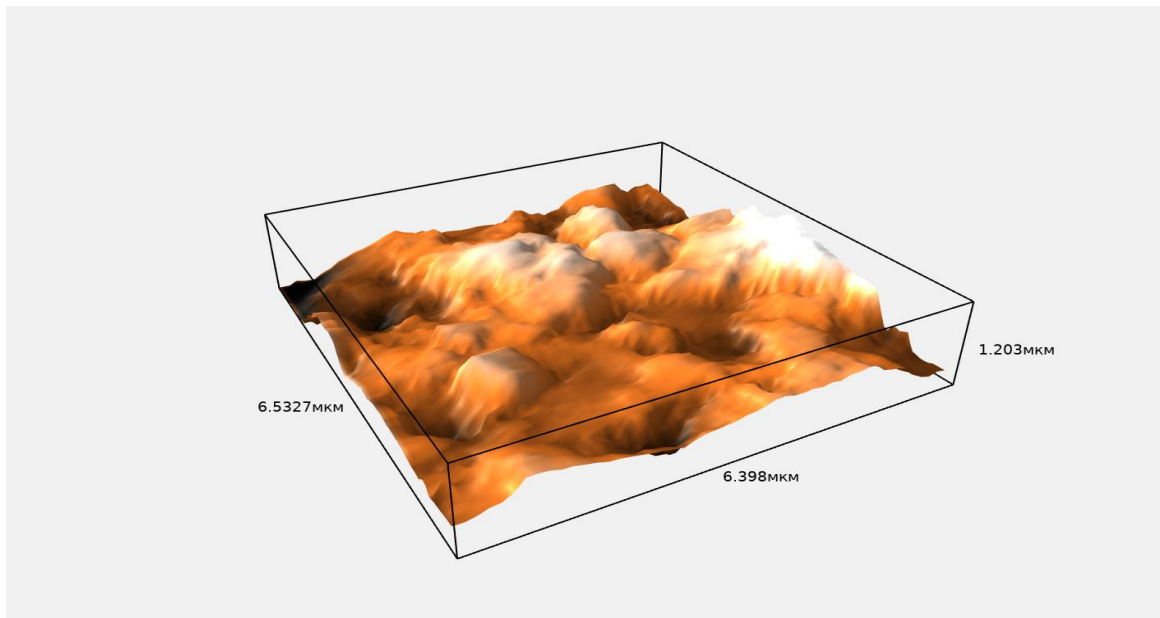


სურათი 5. FTU 5 სიმღვრივის ხსნარის 5მკმ ფორის ზომის მემბრანით მიკროფილტრაციის შემდეგ მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულება





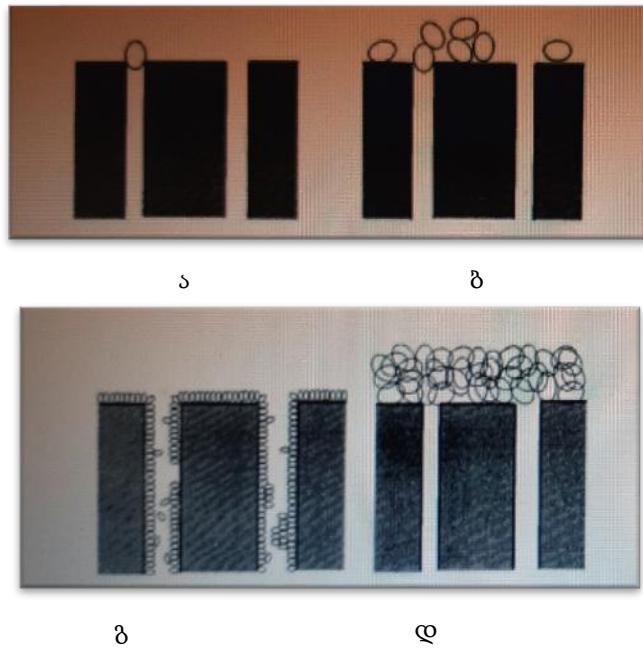
სურათი 6. FTU 10 სიმღვრივის ხსნარის 5მკმ ფორის ზომის მემბრანით მიკროფილტრაციის შემდეგ მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულება



სურათი 7. FTU 20 სიმღვრივის ხსნარის 5მკმ ფორის ზომის მემბრანით მიკროფილტრაციის შემდეგ მემბრანის ზედაპირის ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულება  
მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპის კვლევის შედეგების მემბრანების ზედაპირების ტოპოგრაფიული 3D გამოსახულებების შედარებითი ანალიზის საფუძველზე სხვადასხვა სიმღვრივის FTU1, FTU5, FTU10 და FTU20 მოდელური ხსნარების მიკროფილტრაციის პროცესში მემბრანის ზედაპირზე დანალექის წარმოქმნის მექანიზმის კვლევისათვის შემუშავდა ფილტრაციის თეორიული ოთხი მოდელი: ფილტრაცია ყველა ფორის



დახშობით ერთი ნაწილაკის მიერ; ფილტრაცია რამდენიმე ნაწილაკის მიერ ერთი ფორის თანდათანობით დახშობით (ფილტრაცია ფორების შიგნით ნალექის წარმოქმნით); შუალედური ტიპის ფილტრაცია; ფილტრაცია მემბრანის ზედაპირზე ნალექის წარმოქმნით.



სურათი 8. ფორვან ზედაპირებზე ფილტრაციის ძირითადი სახეები: ა) ერთი ნაწილაკის მიერ ფორების დახშობა; ბ) რამოდენიმე ნაწილაკის მიერ ფორების თანდათანობით დახშობა (ნალექის წარმოქმნა ფორების შიგნით); გ) შუალედური ტიპის დახშობა; დ) ფილტრაცია ნალექის წარმოქმნით.

მიკროფილტრაციული პროცესის ფილტრაციის დინამიკა მემბრანის ზედაპირზე წარმოქმნილი დანალექის მიხედვით საწყის საფეხურზე დამოკიდებულია შეკავებული ნაწილაკების ზომის თანაფარდობასთან მემბრანის ფორის ზომასთან. 10 მკმ, 20 მკმ-მსხვილფორებიან მემბრანაზე კოლოიდური ხსნარების ფილტრაციისას მიმდინარეობს ფილტრაცია ნაწილობრივ დახშული ფორებით, ხოლო მცირე ზომის ფორების მემბრანაზე-2 მკმ, 5 მკმ ფილტრაცია მიდის სრულად დახშული ფორებით.

ცხრილი 6

ონკანის წყლის, FTU1, FTU5, FTU10, FTU20 სიმღვრივის მოდელური ხსნარების გრანულომეტრული შედგენილობა

	FTU1	FTU5	FTU10	FTU20
ნაწილაკის ზომა	328-67%	1474-57,4%	617,3-87,6%	667,9-61,4%
	147, 8-24%	334,8-42,6%	164,2-12,4%	0,62-21,9%
				4,607-16,7%

იმ შემთხვევაში, როდესაც ნაწილაკების გრანულომეტრული ზომები (ცხრილი 6) აღემატება მემბრანის ფორის ზომებს, მემბრანის ზედაპირზე მიმდინარეობს ნალექის ფენის წარმოქმნა, რაც ნათლად ჩანს სურათიდან 2.

5მკმ მემბრანით FTU1 სიმღვრივის მოდელური ხსნარის ფილტრაციის დროს მემბრანის ხვედრითი წარმადობა შეადგენს 14242 ლ/სთმ<sup>2</sup>, ხსნარის დაბალი სიმღვრივის გამო დანალექის ფენა მცირეა (სურათი 4),

ხსნარში არსებული ნაწილაკები თავს იყრის ფორების ირგვლივ და არ ახშობს მემბრანის ფორებს, რის გამოც ხვედრითი წარმადობა მცირედ განსხვავდება ონკანის წყლის ხვედრითი წარმადობისაგან -15151 ლ/სთმ<sup>2</sup>. FTU 5 სიმღვრივის მქონე მოდელოური ხსნარის ხვედრითი წარმადობა შეადგენს 13120 ლ/სთმ<sup>2</sup>, ხსნარში არსებული ნაწილაკები მემბრანის ზედაპირზე წარმოქმნის ნალექის ფენას (სურათი 5), რომელიც ნაწილობრივ ახშობს ფორებს და მცირდება ხვედრითი წარმადობა. FTU 10 სიმღვრივის მქონე მოდელოური ხსნარის ფილტრაციის შედეგად მემბრანის ზედაპირის უფრო მეტი ფართობია დაფარული ნალექით, რომელიც ახშობს ფორების მეტ რაოდენობას (სურათი 6) და ხვედრითი წარმადობა მცირდება -11460 ლ/სთმ<sup>2</sup>. FTU 20 სიმღვრივის ხსნარის ფილტრაციის შედეგად იზრდება დანალექის ფენის სისქე-სურათი 7, ხსნარში არსებული ნაწილაკები ფარავს მემბრანის მთლიან ზედაპირს, ბლოკირებას უკეთებს ფორებს მათ კედლებზე ნაწილაკების დალექვის შედეგად და მკვეთრად მცირდება ხვედრითი წარმადობა 9200 ლ/სთმ<sup>2</sup>.

ამგვარად, სხვადასხვა სიმღვრივის ბუნებრივი წყლების მიკროფილტრაცია მიმდინარეობს რამოდენიმე საფეხურად: თავდაპირველად, მემბრანის ფორებისა და ფილტრაციის წნევის მიხედვით, მიმდინარეობს ფორების სრული ან ნაწილობრივი დახშობა ფორების, შემდეგ წარიმართება შუალედური ტიპის ფილტრაცია და ამის შემდეგ მიმდინარეობს ფილტრაცია ნალექის წარმოქმნით. ბუნებრივი წყლების სიმღვრივის ზრდასთან ერთად დაბალია ხვედრითი წარმადობების ასიმტოტური მნიშვნელობები.

ჩატარებული სამუშაოების საფუძველზე მომზადდა სამეცნიერო ნაშრომი და გამოქვეყნდა ორი სტატია:

1. „პოლიმერული კომპოზიციის სიბლანტის გავლენა პოლიეთერსულფონური მემბრანების მორფოლოგიაზე“- საქართველოს საიჟინრო სიახლენი, #2, ტ.93, 2021, გვ.104-106
2. „პოლიმერულ კომპოზიციაში მიკროგელური ნაწილაკების ზომის გავლენის შესწავლა მემბრანის მორფოლოგიასა და მახასიათებლებზე-საქართველოს საიჟინრო სიახლენი, #2, ტ.93, 2021, გვ. 121-122.

**IV პროექტის - I და II მიმართულება:**

მემბრანული პროცესის თეორიისა და ტექნიკის განვითარება უკავშირდება, უპირველეს ყოვლისა, მემბრანული პროცესებისა და კონსტრუქციების განვითარებას გაყოფის პროცესის კომპლექსურ გადაწყვეტასთან და ჰიდროდინამიკურ რეჟიმებთან, რომლებიც ამცირებენ კონცენტრაციის პოლარიზაციას.

მემბრანული მოწყობილობების განხორციელებითა და წარმოების დაბალი კონცენტრაციის პოლარიზაციის უზრუნველყოფით რეკომენდაციების შემუშავება ხელს უწყობს საბოლოო პროდუქტის ხარისხის ზრდასა და გაიაფებას. ამ საკითხების გადაჭრაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია მასის გადატანის მათემატიკური მოდელის შემუშავება მემბრანულ მართკუთხა განივი კვეთის არხში მემბრანის მოდულში დასამუშავებელი სითხეების პარამეტრების დასადგენად, რომლთა უზრუნველყოფით მიიღწევა დაბალი კონცენტრაციის პოლარიზაცია. ეს საკითხები უკავშირდება მიკრო-, ულტრა -და ნანოფილტრაციებს. ჩვენი კვლევები ეხება მიკროფილტრაციულ პროცესებს და ამ საკითხების კვლევებს.

ჩვენ მიერ, ერთის მხრივ, ცილინდრულ კოორდინატებში ცილინდრულ მილში უკუმში ბლანტი სითხის მოძრაობის ნავიე-სტოქსის დაუმყარებელი მოძრაობის განტოლებების ბაზაზე გამოყვანილი იქნა ჰააგენ-პუაზეილის განტოლება და განსაზღვრული იქნა მასში განვითარებული სითხის მოძრაობის სიჩქარე. მეორეს მხრივ, რეინოლდსის რიცხვის გამოყენებით დახასიათებულია მიკროფილტრაციული პროცესებში ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმების განხორციელებისათვის საკანში განვითარებული სიჩქარეების დიაპაზონი.

უკუმში ბლანტი სითხის დაუმყარებელი მოძრაობის ნავიე-სტოქსის განტოლებებს ცილინდრულ კოორდინატებში აქვს შემდეგი სახე:

$$\frac{\partial v_r}{\partial r} \frac{dr}{dt} + \frac{\partial v_r}{\partial \phi} \frac{d\phi}{dt} + \frac{\partial v_r}{\partial z} \frac{dz}{dt} + \frac{\partial v_r}{\partial t} - \frac{v_r^2}{2r} = - \frac{v_\phi^2}{2r} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + \nu \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r v_r) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_r}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 v_r}{\partial z^2} - \frac{v_r}{r^3} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial v_\phi}{\partial \phi} \right] \tag{1}$$

$$\frac{\partial v_\varphi}{\partial r} \frac{dr}{dt} + \frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} \frac{d\varphi}{dt} + \frac{\partial v_\varphi}{\partial z} \frac{dz}{dt} + \frac{\partial v_\varphi}{\partial t} + \frac{v_r v_\varphi}{r} = \frac{v_r v_\varphi}{r} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial \varphi} + \nu \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r v_\varphi) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_\varphi}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 v_\varphi}{\partial z^2} - \frac{v_\varphi}{r^2} \frac{2}{r^2} \frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} \right] \quad (2)$$

$$\frac{\partial v_z}{\partial r} \frac{dr}{dt} + \frac{\partial v_z}{\partial \varphi} \frac{d\varphi}{dt} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \frac{dz}{dt} + \frac{\partial v_z}{\partial t} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \nu \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \frac{\partial v_z}{\partial r}) + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_z}{\partial \varphi^2} \right) \quad (3)$$

და უწყვეტობის განტოლება

$$\frac{\partial(rv_r)}{\partial r} + \frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

უკუმში ბლანტი სითხის ერთგანზომილებიანი დამყარებული მოძრაობის განტოლების გამოსაყვანად ჩამოვყალიბოთ განსახორციელებელი ამოცანა. ვთქვათ, ცილინდრულ მილში გვაქვს ერთგანზომილებიანი დამყარებული მოძრაობა ერთი და იგივე სიბლანტის კოეფიციენტითა და მუდმივი წნევის სხვაობით. ამ დროს სითხის ნაწილაკები გადაადგილდებიან მილსადენის ღერძის პარალელურად, ანუ გვაქვს ჰააგენ-პუაზეილის მოძრაობა. ამ ამოცანიდან გამომდინარე გვაქვს:

1) დამყარებული მოძრაობა, ამიტომ  $\frac{\partial v_r}{\partial t} = \frac{\partial v_\varphi}{\partial t} = \frac{\partial v_z}{\partial t} = 0$ ; 2) სიჩქარის კომპონენტები  $v_r = v_\varphi = 0$  და  $v_z \neq 0$ ; 3) სასაზღვრო პირობა მილსადენის კედელზე ნაწილაკის სიჩქარე ნულია: თუ  $r=R$   $v_z = 0$  პირობების 1) და 2)-ის გათვალისწინებით ტოლობა(1) და (2) იგივეურად ნული ხდება. (3)-დან მივიღებთ:

$$\frac{\partial v_z}{\partial z} v_z = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \nu \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \frac{\partial v_z}{\partial r}) \quad (5)$$

ხოლო, განტოლება (4) გვაძლევს

$$\frac{\partial v_z}{\partial z} = 0 \quad (6)$$

რაც ნიშნავს, რომ  $v_z$  არ არის  $z$ -ის ფუნქცია. ამიტომ (5)-ის ნაცვლად გვექნება

$$\begin{aligned} \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} &= \nu \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \frac{\partial v_z}{\partial r}), \\ \frac{\partial P}{\partial z} &= \mu \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \frac{\partial v_z}{\partial r}) \end{aligned} \quad (7)$$

ვინაიდან (6)-ის გამო  $v_z$  არ არის  $z$ -ის ფუნქცია და არის მხოლოდ  $r$ -ის ამიტომაც (7)-ს მაშინ ექნება ადგილი, როდესაც ტოლობის მარცხენა და მარჯვენა მხარეები მუდმივებია:  $\frac{\partial P}{\partial z} = \frac{dP}{dz} = const = C$  და  $\mu \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \frac{\partial v_z}{\partial r}) = \mu$

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} (r \frac{dv_z}{dr}) = C, \text{ აქედან}$$

$$\mu \frac{1}{r} \frac{d}{dr} (r \frac{dv_z}{dr}) = \frac{dP}{dz} \quad (8)$$

წარმოვადგინოთ (8) განტოლება ასეთი სახით:

$$\frac{d}{dr} (r \frac{dv_z}{dr}) = \frac{r}{\mu} \frac{dP}{dz} \quad (9)$$

ამოვიღოთ ინტეგრალი ტოლობის ორივე მხრიდან მივიღებთ:

$$r \frac{dv_z}{dr} = \frac{r^2}{2\mu} \frac{dP}{dz} + C_1 \quad (10)$$

შევკვეცოთ ტოლობის ორივე მხარე  $r$ -ზე, მივიღებთ:

$$\frac{dv_z}{dr} = \frac{r}{2\mu} \frac{dP}{dz} + C_1/r \quad (11)$$

ისევ ამოვიღოთ ინტეგრალი ტოლობის ორივე მხრიდან, მივიღებთ:

$$v_z = \frac{r^2}{4\mu} \frac{dP}{dz} + C_1 \ln r + C_2 \quad (12)$$

სასაზღვრო პირობიდან გვაქვს თუ  $r=R$ ,  $\frac{R^2}{4\mu} \frac{dP}{dz} + C_1 \ln R + C_2 = 0$  აქედან განვსაზღვროთ  $C_2$ :

$$C_2 = - \frac{R^2}{4\mu} \frac{dP}{dz} - C_1 \ln R \quad (13)$$

შევიტანოთ (12)- ში მივიღებთ:

$$v_z = -\frac{R^2 - r^2}{4\mu} \frac{dP}{dz} \quad (14)$$

ცილინდრულ მილში სიჩქარის განაწილება პარაბოლურია და მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს მილის ღერძზე:

$$v_{zmax} = -\frac{R^2}{4\mu} \frac{dP}{dz} \quad (15)$$

სითხის სიჩქარის მაქსიმალური მნიშვნელობა პროპორციულია წნევის ვარდნისა მილის სიგრძის ერთეულზე (წნევის გრადიენტი მილში) და მილის რადიუსის კვადრატის და უკუპროპორციულია სითხის სიბლანტის.

აქვე, მოვიყვანოთ კაპილარულ მილსადენში ჰააგენ-პუაზეილის დინების სიჩქარეს, რომელიც ცილინდრულ მილში სითხის მოძრაობის სიჩქარისაგან განსხვავდება, კერძოდ, ვიწრო ცილინდრულ მილში გვაქვს დამყარებული ლამინარული მოძრაობა და იგი არხის ღერძის პარალელურია, მაშინ განტოლება(14)-ში შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ  $r=0$ ,  $dP = P_1 - P_2$  და  $dz = z_1 - z_2 = L$  და გვექნება :

$$v = -\frac{R^2}{4\mu} \frac{P_1 - P_2}{L} \quad (16)$$

სადაც  $v$ - სითხის სიჩქარეა მილსადენის გასწვრივ;  $R$ - მილსადენის შიგა რადიუსია;  $\mu$  - გამდინარე სითხის სიბლანტეა;  $L$ - მილსადენის სიგრძეა;  $P_1 - P_2$  - წნევათა სხვაობა მილსადენის შესასვლელში და გამოსასვლელში.

განვიხილოთ  $dS$  ფართობში გამავალი ხარჯი  $Q$  ( დროის ერთეულში მილსადენში გამავალი სითხის მოცულობა):

$$Q = \oint v(r) dS = -2\pi \int_0^R \frac{r^2}{4\mu} \frac{P_1 - P_2}{L} r dr = -\frac{P_1 - P_2}{L} \frac{2\pi}{4\mu} \int_0^R r^3 dr = \frac{\pi R^4 (P_1 - P_2)}{8\mu L} \quad (17)$$

ზოგადად ცნობილია, რომ ღვინის ნედლეულის შედგენილობა მრავალფეროვანია. იგი შეიცავს ბაქტერიებს, მიკრობებს, შეწონილ ნაწილაკებს, როგორც ორგანულ, ასევე არაორგანულ ნივთიერებებს, როგორცაა წვრილდისპერსიული და კოლოიდური მინარევები, ბაქტერიები, მცირე ზომის უჯრედოვანი ჩხირები, ვირუსული მიკროორგანიზმები. მიკრო-, ულტრა- და ნანოფილტრაციული პროცესების გამოყენებით შესაძლებელია ღვინის გასუფთავება მავნე ნივთიერებებისაგან. მემბრანული ფილტრაციული პროცესები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ღვინის პროდუქციის გაყოფა-გასუფთავებაში, სტაბილიზაციაში, ამ მეთოდით ღვინის დამუშავება არ ცვლის სპირტის, აქროლადი და მინერალური ნივთიერებების რაოდენობრივ შედგენილობას, სატიტრაციო მუავიანობას და ღვინის pH-ს. მემბრანული ფილტრაცია ღვინოში ამცირებს ისეთი კომპონენტების რაოდენობას, როგორცაა ფენოლური და აზოტშემცველი ნაერთები, რაც თავის მხრივ განაპირობებს ღვინის სტაბილურობის გაზრდას ცილოვანი, შექცევადი და შეუქცევადი კოლოიდური შემდგრევისაგან. მემბრანული ფილტრაცია ახდენს ღვინის ტრადიციული ტექნოლოგიური პროცესების გამარტივებას და გამორიცხავს წებოვანი მასალების გამოყენებას ღვინის დამუშავების პროცესებში.

ღვინის ფილტრაციაში მიღებულია რამოდენიმე საფეხურიანი ფილტრაცია: პირველი საფეხურის დროს მსხვილი ნაწილაკების მოცილება ხდება უფრო დიდი ფორის მქონე მემბრანებზე. ხოლო შემდეგ საფეხურზე უფრო მცირე ფორის მქონე მემბრანებზე. ამ პროცესებს წინ უსწრებს ღვინის სითხის ანალიზური და მიკრობიოლოგიური კვლევები და მისი შემადგენელი ნაწილაკების ზომების დადგენა.

ღვინის მიკრო და ულტრაფილტრაციის პროცესების ძირითადი კანონზომიერებების გამოკვლევით სხვადასხვა ტიპის მემბრანებზე და ჰიდროდინამიკური რეჟიმების ვარირებით ისაზღვრება ტექნოლოგიური პარამეტრების ცვლილების რაციონალური დიაპაზონი. ამგვარად ხორციელდება მემბრანული სისტემის სადაწნეო საკნის გეომეტრიული და ოპტიმალური რეჟიმული პარამეტრების დადგენა.

ლამინარული ნაკადის განხორციელების გზით შესწავლილი იქნა ტანგენციალური ბარომემბრანული პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა. მიკროფილტრაციულ პროცესში, სადაწნეო საკანში მოძრაობების დახასიათება თეთრი და წითელი ღვინისათვის მოხდა თეორიულად, რეინოლდის რიცხვის მიხედვით

$$Re = \frac{v_{max} d}{\nu}$$

$v_{\text{საშ}}$  - სადაწნეო საკანში სითხის განვითარებული საშუალო სიჩქარეა,  $d$  -ჰიდრავლიკური დიამეტრია, რომელიც არა წრიული განივკვეთის არხებისათვის განისაზღვრება ფორმულით  $d = \frac{4S}{\chi}$ ,  $S$ -არხის განივკვეთის ფართობია;  $\chi$  -სველი პერიმეტრია;  $\nu$  -კინემატიკური სიბლანტეა. მიკროფილტრაციული გაყოფის პროცესის თეორიული და ლაბორატორიული კვლევები ჩატარებულია ლაბორატორიულ დანადგარზე, რომლის სადაწნეო საკნის ზომებია: სიგანე -  $B=9$  მმ, სიგრძე -  $L=30$  მმ, სიმაღლე -  $h = 0,6$  მმ; განივკვეთის ფართი -  $S = B h = 5,4$  მმ<sup>2</sup>;  $\chi = 2h + 2B = 1,2+18=19,2$ მმ;  $R = \frac{S}{\chi} = 0,28$  მმ;ჰიდრავლიკური დიამეტრი  $d = 4R = 1,12$  მმ; ცნობილია  $20^{\circ}\text{C}$  -ანი ღვინის კინემატიკური სიბლანტე  $\nu = 1,5188$  მ<sup>2</sup>/წმ -ს. ხოლო მემბრანის ფართობი-  $\omega = B L = 270$  მმ<sup>2</sup>. სადაწნეო საკნის ამ მოცემული გეომეტრიისათვის ღვინის მიკროფილტრაციული პროცესების რეჟიმების დახასიათება მოხდა საკანში განვითარებული მოძრაობების სიჩქარეებით. სადაწნეო საკანში მიკროფილტრაციულ პროცესში მოძრაობების დახასიათება თეთრი და წითელი ღვინოსათვის მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1

სადაწნეო საკანში ნაკადის მოძრაობის სიჩქარეების შესაბამისი რეინოლდსის რიცხვი

$v_{\text{საშ}}$ (მ/წმ)	0,5	1	1,5	2	2,5	2,7	3
$v_{\text{საშ}} d$ (მმ <sup>2</sup> /წმ)	560	1120	1680	2240	3000	3024	3360
$Re = \frac{v_{\text{საშ}} d}{\nu}$	371	742	1112	1483	1986	2002	2225

ცნობილია, რომ რეინოლდსის რიცხვის 2000-ზე ნაკლები მნიშვნელობები სადაწნეო საკანში ლამინარული დინებაზე მიუთითებს. სითხის ნაკადის ლამინარული დინების სიჩქარის მაჩვენებლები სადაწნეო საკნისათვის, როგორც ცხრილი1-დან ჩანს, შეესაბამებოდა 0,5 მ/წმ, 1 მ/წმ, 1,5მ/წმ, 2მ/წმ, 2,5მ/წმ მნიშვნელობას. ხოლო 2,7მ/წმ სიჩქარის და მეტი მნიშვნელობებისათვის რეინოლდსის რიცხვი 2000-ს აღემატება. აქედან გამომდინარე, მემბრანული აპარატის სადაწნეო საკანში 2,7 მ/წმ სიჩქარიდან მეტი მნიშვნელობებისათვის ადგილი აქვს ტურბულენტურ რეჟიმულ დინებებს. ამ ცხრილის საშუალებით დადგინდა სიჩქარის დიაპაზონები: ლამინარული დინებებისათვის  $v < 2,7$  მ/წმ და ტურბულენტური დინებებისათვის  $v \geq 2,7$  მ/წმ. თეთრი ღვინისათვის ფორმაზინის ერთეულით FTU-0,32, FTU-3, FTU-5 და FTU-10, წითელი ღვინისათვის სიმღვრივით FTU-0,32, FTU-3, FTU-5 და FTU-10. შერჩეული იქნა ყველაზე დიდი სიმღვრივის FTU-10 ვინაიდან, ღვინომასალებისათვის სიმღვრივის განმსაზღვრელი კომპონენტები უფრო დატვირთული სისტემებისათვის მასაგადატანის პროცესის ანალიზი და ორგანიზება უზრუნველყოფს როგორც მაღალი ხარისხის, ასევე დაბალი ხარისხის ღვინომასალების გადამუშავებას. ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა 1 ატმ. წნევისა და 0,5 მ/წმ სიჩქარის დროს 0,2მკმ; 0,45მკმ; 0,65 და 0,8მკმ ზომის ფორის მემბრანებით ნაკადის მოძრაობის ლამინარული რეჟიმის პირობებში. ექსპერიმენტების შედეგები მოტანილია ცხრილში 2 და ცხრილში 3.

ცხრილი 2

თეთრი ღვინის ფილტრაციით მიღებული წარმადობები ლამინარული რეჟიმის პირობებში

მემბრანების ფორის ზომები (მკმ)	ხვედრითი წარმადობები (ლ/(მ <sup>2</sup> სთ))
-----------------------------------	-------------------------------------------------



0,2	100
0,45	120
0,65	150
0,8	180

0,2მკმ; 0,45მკმ; 0,65 და 0,8 მკმ ფორის ზომის მემბრანების ხვედრითი წარმადობა უზრუნველყოფს მემბრანული დანადგარების საწარმოო მოთხოვნებს. 0,2მკმ; 0,45მკმ ფორის ზომის მემბრანები უზრუნველყოფენ ღვინის ფინიშურ სტერილურ ფილტრაციის ხარისხს. თეთრი ღვინის შემთხვევაში 0,2 მკმ ფორის ზომის მემბრანით აღჭურვილი საწარმოო დანადგარი აკმაყოფილებს საერთაშორისო სტანდარტებს.

### ცხრილი 3

წითელი ღვინის ფილტრაციით მიღებული წარმადობები  
ლამინარული რეჟიმის პირობებში

მემბრანების ფორის ზომები (მკმ)	ხვედრითი წარმადობები (ლ/(მ <sup>2</sup> სთ))
0,2	50
0,45	60
0,65	80
0,8	100

0,2მკმ; 0,45მკმ; 0,65 და 0,8 მკმ ფორის ზომის მემბრანების ხვედრითი წარმადობა უზრუნველყოფს მემბრანული დანადგარების საწარმოო მოთხოვნებს. 0,2მკმ; 0,45მკმ ფორის ზომის მემბრანები უზრუნველყოფენ ღვინის ფინიშურ სტერილურ ფილტრაციის ხარისხს. წითელი ღვინის შემთხვევაში 0,2 მკმ ფორის ზომის მემბრანით აღჭურვილი დანადგარი ფილტრაციის პროცესში შესაძლოა შეეხოს ღვინის სხეულს და შეცვალოს მისი ხარისხობრივი მაჩვენებლები. წითელი ღვინის შემთხვევაში 0,45 მკმ ფორის ზომის მემბრანით აღჭურვილი საწარმოო დანადგარი აკმაყოფილებს საერთაშორისო სტანდარტებს.

თეორიული და ექსპერიმენტული შედეგების საფუძველზე FTU-10 სიმღვრივის თეთრი და წითელი ღვინისათვის შემუშავებულია სადაწნეო საკანის გეომეტრიის პირველადი კონფიგურაცია, რომლის დროსაც ნაკადის სიჩქარეა 0,5 მ/წმ, სადაწნეო საკანში წნევა 1 ატმ., ხოლო სადაწნეო საკანის სიმაღლე შეადგენს  $h=0,6$ მმ, რაც განსაზღვრავს დანადგარის კონსტრუქციული ელემენტების ზღვრულ პარამეტრებს და მემბრანების ერთეულ მოცულობაში განთავსების პირობებს. თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებით განისაზღვრა თეთრი და წითელი ღვინის მიკროფილტრაციული პროცესის ხვედრითი წარმადობის ასიმპტოტური მნიშვნელობები, რაც უზრუნველყოფს მემბრანული სისტემის როგორც ნახევრად ავტომატურ, ასევე სრული ავტომატიზაციის საკითხების გადაწყვეტას.

ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა 1 ატმ წნევისა და 4,3 მ/წმ სიჩქარის დროს 0,2მკმ; 0,45მკმ; 0,65მმ და 0,8მკმ ზომის ფორის მემბრანებით ნაკადის მოძრაობის ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში. ნაკადის მოძრაობის ტურბულენტური რეჟიმის განხორციელებისას ენერგეტიკული დანახარჯების შემცირების

მიზნით სადაწნეო საკანის გეომეტრიული კონფიგურაციის ოპტიმიზაციამ განაპირობა მისი სიმაღლე, რაც შეადგენს  $h=0,4$  მმ. თეორიული ექსპერიმენტული კვლევის ხვედრითი წარმადობის შედეგები FTU-10 თეთრი და წითელი ღვინისათვის 0,2მკმ; 0,45მკმ; 0,65მმ და 0,8მკმ ფორის ზომის მემბრანებისათვის მოტანილია ცხრილში 4.

#### ცხრილი 4

თეთრი და წითელი ღვინის ფილტრაციით მიღებული წარმადობები ტურბულენტური

რეჟიმის პირობებში

მემბრანების ფორის ზომები (მკმ)	ხვედრითი წარმადობები (ლ/(მ <sup>2</sup> სთ))	
	თეთრი ღვინო	წითელი ღვინო
0,2	130	60
0,45	160	80
0,65	190	90
0,8	240	130

ექსპერიმენტების შედეგებმა აჩვენა, რომ ტურბულენტური რეჟიმის განხორციელების დროს თეთრი ღვინის შემთხვევაში წარმადობა იზრდება  $\approx 25\%$  – ით, ხოლო წითელი ღვინის შემთხვევაში  $\approx 20\%$ .

FTU-0,32, FTU-3, FTU-5, FTU-10, სიმღვრივის თეთრი და FTU-0,8, FTU-3, FTU-5, FTU-10, სიმღვრივის წითელი ღვინისათვის ტურბულენტური ნაკადის მიკროფილტრაციული პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა 0,2მკმ, 0,45მკმ, 0,65მკმ, 0,8მკმ ფორის ზომის მემბრანებით. ექსპერიმენტულმა შედეგებმა შესაძლებლობა მოგვცა FTU-10 სიმღვრივის მქონე თეთრი და წითელი ღვინისათვის შემუშავებულიყო სადაწნეო საკანის გეომეტრიის პირველადი კონფიგურაცია, წნევა სადაწნეო საკანში 1 ატ, და ნაკადის სიჩქარე- 4,3 მ/წმ, სადაწნეო საკანის სიმაღლე  $h=0,4$  მმ საშუალებას იძლევა მემბრანის გამყოფ ზედაპირზე შემცირდეს მაღალი ძვრის ძაბვების წარმოქმნა და კონცენტრაციული პოლარიზაციის ხარისხი. თეორიული კვლევების საფუძველზე განხორციელდა მემბრანის ახლო სივრცეში „გელის“ შრის აღმგზნები მექანიზმის ანალიზი და მისი კორექცია ძვრის ძაბვების ხარისხობრივ მაჩვენებლებთან. აპარატში სითხის ნაკადების სწორად შერჩეულმა სისტემამ უზრუნველყო მემბრანების ზედაპირთან მაღალი ძვრის ძაბვების წარმოქმნა, რომლებიც განაპირობებენ კონცენტრაციული პოლარიზაციის კონტროლის საშუალებას მემბრანების მაქსიმალურ თვითგაწმენდის ორგანიზების მიზნით.

თეორიული და ექსპერიმენტული შედეგების საფუძველზე FTU-10 სიმღვრივის თეთრი და წითელი ღვინისათვის შემუშავებულია სადაწნეო საკანის გეომეტრიის პირველადი კონფიგურაცია, რომლის დროსაც ნაკადის სიჩქარეა 4,3 მ/წმ, სადაწნეო საკანში წნევა 1 ატმ., ხოლო სადაწნეო საკანის სიმაღლე შეადგენს  $h=0,4$  მმ, რაც განსაზღვრავს დანადგარის კონსტრუქციული ელემენტების ზღვრულ პარამეტრებს და მემბრანების ერთეულ მოცულობაში განთავსების პირობებს. თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებით განისაზღვრა თეთრი და წითელი ღვინის მიკროფილტრაციული პროცესის ხვედრითი წარმადობის ასიმპტოტური მნიშვნელობები, რაც უზრუნველყოფს მემბრანული სისტემის როგორც ნახევრად ავტომატურ, ასევე სრული ავტომატიზაციის საკითხების გადაწყვეტას.

ჩატარებული სამუშაოების საფუძველზე მომზადდა სამეცნიერო ნაშრომი და გამოქვეყნდა ერთი სტატია:

1.“ ჰააგენ-ჰუაზელის მოძრაობა სადაწნეო მილში და ბარომემბრანული პროცესები“ - საქართველოს საინჟინრო სიახლენი №2 , ტ. 93 ,2021, გვ.

**V პროექტის - I მიმართულება**

ღვინის, ხილის წველების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების მიკრობიოლოგიური კვლევის მეთოდების დამუშავება, სტანდარტული ხსნარებისა და ანალიზისთვის საჭირო შესაბამისი ნიადაგების მომზადება.

მიმართულება მიზნად ისახავს, ღვინის, ხილის წველების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების მიკრობიოლოგიური კვლევის მეთოდების დამუშავებას, სტანდარტული ხსნარებისა და ანალიზისთვის საჭირო შესაბამისი ნიადაგების მომზადებას.

ღვინო, სასმელი და ჩამდინარე წყლები, უმეტესად ქიმიურად და ბაქტერიოლოგიურად დაბინძურებულია. ღვინისა და წყლის სისუფთავის ხარისხისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგების სწორ შერჩევას, საანალიზო ხსნარების სტერილურ ფილტრაციასა და საერთო მიკრობული დაბინძურების მაჩვენებელს.

ღვინოსა და წყალში მიკრობიოლოგიური ანალიზის ფილტრაციისთვის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის მემბრანული პროცესების კვლევისა და ნანოტექნოლოგიების დამუშავების განყოფილებაში, ფიზიკურ-ქიმიური ლაბორატორიის მონაწილეობით შეიქმნა და დამზადდა უახლესი ტიპის ჩიხური მიკრო- და ულტრაფილტრაციის ღია საკნიანი მემბრანული საფილტრავი მოწყობილობა - ბიორეაქტორი, ხოლო 0,2 - 0,45 მკმ ფორის ზომის სტერილური მემბრანა დამზადდა ნანოკომპოზიური მასალების დამუშავების განყოფილებაში. ბიორეაქტორზე შემუშავდა ფილტრაციის სრული ტექნოლოგიური ციკლი და განსაზღვრის მეთოდიკა.

ინსტიტუტში შექმნილი ბიორეაქტორის სპეციფიკის გათვალისწინებით დამუშავდა ღვინის, ხილის წველების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების მიკრობიოლოგიური კვლევის მეთოდები ISO სტანდარტების მიხედვით ღვინისთვის - ISO 9308-1:2014, ISO 10718:2002, ISO 7218:2007; წყლისთვის - ISO 9308-1:2014, ISO 7899-2:2007, ISO 19250:2010/2013, ISO 6222: 2008,ГОСТ 2669 ბრძ.58 სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი. დამზადდა, სტანდარტული ხსნარები და ანალიზისთვის საჭირო შესაბამისი ნიადაგები - ENDO AGAR, SLANETS BARTLEY AGAAR, YEAST EXSTRAT AGAR, BILE AESCULIN AZIDE AGAR, PSEUDOMONS SELECTIVE AGAR.

მიკრობიოლოგიური კვლევისთვის ფიზიკურ-ქიმიურ ლაბორატორიაში მომზადდა, ნიადაგები, დამუშავდა გრამის მეთოდით შეღებვის ინსტრუქცია, მკვრივ და თხიერ ნიადაგზე მასალის დათესვის ტექნიკა, ანაერობული ბაქტერიების კულტივირების და მიკრობთა ზომების განსაზღვრის მეთოდი. შესწავლილი იქნა მიკრობთა კულტურული თვისებების განსაზღვრა საკვებ ნიადაგებზე ზრდის ხასიათის მიხედვით, მიკრობთა ბიოქიმიური მეთოდები, ასევე სასმელი და ღია წყალსატევების წყლის ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევის საერთო მიკრობული დაბინძურების, კოლიტიტრის, კოლიინდექსის მეთოდები.

მემბრანული ფილტრაცია ღვინის მექანიკური გაწმენდის მეთოდია, რომელიც მიმართულია მემბრანის ზედაპირის მიმართ ტანგენციალურად და უზრუნველყოფს არასასურველი ფერმენტებისა და მიკროორგანიზმების შეკავებას, რაც განაპირობებს ღვინის სტერილიზაციას. მემბრანული საფილტრავი მოწყობილობის - რეაქტორის და 0,2-0,45 ფორის ზომის მემბრანების გამოყენებით ჩატარდა მტკნარი წყლისა და კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ მიკროფილტრაცია მათი მიკრობიოლოგიური ანალიზის მიზნით.

ცხრილი 1

კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ ღვინის მიკრობიოლოგიური ანალიზი

№	დასახელება	განსასაზღვრავი პარამეტრი	ნორმა	შედეგი
1.	წყალი	კოლიფორმები E.coll	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		საერთო კოლიფორმული	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა



		ბაქტერიები		
2.	ღვინო	ველური საფუარი	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		ობის სოკო	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		რძე მჟავა	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		ძმარმჟავა	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
3.	ღვინო ფილტრატი 0,45 მკრ	საფუარი	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		ობის სოკო	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		რძემჟავა	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა
		ძმარმჟავა	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა

კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ მიკრობიოლოგიურმა ანალიზმა მიკროფილტრაციის შემდეგ გვიჩვენა, რომ ღვინო ინარჩუნებს თავის გემოვნებას, ხდება უფრო გამჭირვალე, რაც აუმჯობესებს ღვინის ხარისხსა და შენახვისუნარიანობას.

მდინარე მტკვრის წყალი გაიფილტრა ულტრაფილტრაციულ დანადგარზე 0,01 მკმ ფორის ზომის მემბრანებით. მიკრობიოლოგიური ანალიზისათვის სინჯი გატარდა მიკრობიოლოგიურ საფილტრავ დანადგარზე - ბიორეაქტორზე, 0,45 მკმ ფორის ზომის სტერილურ მემბრანულ ფირზე. განისაზღვრა წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზის მთავარი კომპონენტები - მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმები, საერთო კოლიფორული ბაქტერიები, ეშერიხია კოლი, პათოგენური მოკროორგანიზმები მათ შორის, Salmonella, Pseudomonas aeruginosa, Streptocoos faecalis.

ულტრაფილტრაციულ დანადგარზე დამუშავებული მდინარე მტკვრის წყლის მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები

ინდიკატორი	საზომი ერთეული	ნორმატივი	ანალიზის შედეგი ულტრაფილტრაციამდე	ანალიზის შედეგი ულტრაფილტრაციის შემდეგ
მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმების რაოდენობა, 1 მლ-ში 22 °C 37 °C	100 20	არა უმეტეს	60 25	არ აღმოჩნდა
ტოტალური კოლიფორმული	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
E.coli კოლი	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
პათოგენური მოკროორგანიზმები მათ შორის <i>Salmonella</i>	100 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	250 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
<i>Streptocoos faecalis</i>	250 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა

ჩატარებული ბარომემბრანული პროცესების კვლევისა და ბიორეაქტორზე დამუშავებული ნიმუშების მიკრობიოლოგიური ანალიზების შედეგების მიხედვით დამუშავდა, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უვნებელი წყლის მიღების ტექნოლოგია, მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების სტანდარტის დაცვით.

დადგინდა, რომ ულტრაფილტრაციული 0,01 მკმ ფორების ზომის მემბრანებით დამუშავებულ მტკვრის წყალში არ გამოვლინდა მიკროორგანიზმები.

შესწავლილი იქნა, ქიმიური და მიკრობიოლოგიური მახასიათებლების გავლენა შავი ზღვის წყლის ეკოსისტემაზე, საქართველოს ტერიტორიის სანაპირო ზოლში.

შავი ზღვის წყლის სანაპირო ზოლში აღებულ სინჯებზე ჩატარებული იყო მიკრობიოლოგიური კვლევა, რამაც აჩვენა ზღვის წყლის დაბინძურება. ბაქტერიებმა, რომლებიც ენდოს ნიადაგზე იზრდებიან წარმოქმნა ვარდისფერი კოლონიები, იისფერი, მომწვანო მეტალის ბზინვარებით. ულტრაფილტრაციის შემდეგ მოხდა დაბინძურებული წყლის გაწმენდა, აღნიშნული კოლონიები აღარ წარმოიქმნა.



სურ.1 ენდოს ნიადაგი ინკუბაციამდე



სურ.2 ენდოს ნიადაგი ინკუბაციის შემდეგ

## ცხრილი 3

შავი ზღვის წყლის აუზის მიკრობიოლოგიური ინდიკატორები შესაბამისი სტანდარტული საზომი ერთეულებითა და მემბრანული ულტრაფილტრაციის შედეგად მიღებული მაჩვენებლებით.

ინდიკატორი	საზომი ერთეული	ნორმატივი	ანალიზის შედეგი ულტრაფილტრაციამდე	ანალიზის შედეგი ულტრაფილტრაციის შემდეგ
მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმების რაოდენობა, 1 მლ-ში 22 °C 37 °C	100 20	არა უმეტეს	75 30	არ აღმოჩნდა
ტოტალური კოლიფორმული ბაქტერიები	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
E.coli	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ	არ დაიშვება	2	არ აღმოჩნდა
პათოგენური მოკროორგანიზმები მათ შორის <i>Salmonella</i>	100 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	250 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
<i>Streptococci faecalis</i>	250 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა

კვლევის შედეგის საფუძველზე დამუშავდა, შავი ზღვის ზოლში საკურორტო ინფრასტრუქტურისათვის საცურაო აუზებისა და სასმელი წყლების სტერილიზაციის ულტრაფილტრაციული ტექნოლოგია და დადგენილი იქნა, შავი ზღვის წყლის ულტრაფილტრაციის შედეგად 0,01 მკმ სისქის ფოროვანი მემბრანებით წყლის მიკრობიოლოგიური გაწმენდა-გაუსწებოვნების მეთოდი.

**II მიმართულება** - ღვინის, ხილის წვენების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზი ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების განსაზღვრის მიზნით მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავებამდე და დამუშავების შემდეგ.

დამუშავებული და შესწავლილი იქნა ღვინის, ხილის წვენების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები დაუმუშავებელ საკვლევ ხსნარებში და მიკროფილტრაციული დამუშავების შემდგომ პილოტურ ლაბორატორიულ დანადგარზე. დამზადდა და განისაზღვრა შესაბამისი ანალიზის მეთოდები ღვინის, ხილის წვენების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზისა და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის შესაბამისი ISO სტანდარტის მიხედვით - FTIR FOSSNI, OIV-MA-AS323-04, OIV-MA-AS2-03, OIV-MA-AS-315-03, ME-W-ICP6-14.

მიკროფილტრაციული მებრანული დანადგარით მოვახდინეთ წყალში, ღვინოსა და ხილის წვენში წვრილდისპერსული და კოლოიდური მინარეგების, მიკროორგანიზმების ანალიზისთვის სათანადო დონეზე კონცენტრირება. ღვინის მჟავიანობა სტანდარტის მიხედვით ევროპული და წითელი ღვინოებისთვის  $pH = 3,41 \pm 3,60$ , ევროპული ტიპის ღვინოები მეტი მჟავიანობით ხასიათდებიან, ვიდრე კახური თეთრი და წითელი ღვინოები  $pH = 3,5 \pm 3,70$ . მაღალმჟავიანი ღვინის შენახვა უფრო მარტივია, რადგან ღვინის ტიტრული მჟავიანობა განაპირობებს ღვინის pH. ზომიერი მჟავიანობა ღვინოს მატებს სიხალისეს, დაბალმჟავიანი ღვინო დუნეა, მაღალმჟავიანი აგრესიული. ტიტრული მჟავიანობა ასევე მოქმედებს ღვინის ფერსა და Vსტაბილურობაზე. განსაზღვრული იყო, კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ ჯიშის pH მაჩვენებელი ხელსაწყო იონომერით (II-160. 1MII), ხოლო სიმღვრივე ხელსაწყოზე - Turb 555 IR ფილტრაციამდე და ფილტრაციის შემდეგ.

ცხრილი1

კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ ღვინის ორგანოლექტიკური და ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები

№	განსაზღვრავი პერიმეტრი	„ხაშმის საფერავი“ ფილტრაციამდე	„ხაშმის საფერავი“ ფილტრაციის შემდეგ 0,45 მკრ
1.	გემო	ხავერდოვანი, სხეულიანი	ხავერდოვანი, სხეულიანი
2.	ფერი	მუქი წითელი	მუქი წითელი
3.	pH	3,4	3,6
4.	სიმღვრვე NTU	3,43	0,17
5.	ტიტრული მჟავიანობა გ/ლ	5,0	5,0
6.	მქროლავი მჟავიანობა გ/ლ	0,36	0,38
7.	ღვინის მჟავა გ/ლ	1,75	1,62
8.	ტანინი გ/ლ	0,78	0,66
9.	უმაქრო ექსტრატი გ/ლ	13,33	12,19
10.	ეთილის სპირტი %	12,8	12,8
11.	რკინა მგ/ლ	9,95	9,60

ხილის გადამამუშავებელი საწარმოების მიერ არ ხდება ნარჩენების სრულყოფილი გამოყენება, ხდება ნარჩენის გადაყრა, რაც იწვევს შემდგომში მათი ლპობის შედეგად ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუარესებას – აბინძურებს ნიადაგს, წყალსა და ჰაერს. ხილის გადამამუშავებისათვის აუცილებელია ისეთი საწარმოების

არსებობა, რომლებიც უზრუნველყოფენ საწარმოო ნარჩენების გარეშე მაღალხარისხოვანი, კონკურენტუნარიანი პროდუქციის მიღებას. განისაზღვრა მანდარინის ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები.

მანდარინის ნატურალური წვენი - გაუმჟვრვალე, ღია ნარინჯისფერი რბილობის შემცველი წვენია, მანდარინისათვის დამახასიათებელი ოდნავ მომწარო გემოთი. მშრალი ნივთიერების შემცველობა – 10%. მდიდარია კაროტინებით და C, A, P ვიტამინებით. შეიცავს მინერალურ მარილებს, ორგანულ მჟავებს და აქვს პროფილაქტიკური თვისებები.

ცხრილი 2.

მანდარინის ორგანოლექტიკური და ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები

№	განსაზღვრავი პერიმეტრი	მანდარინის წვენი ფილტრაციამდე	მანდარინის წვენი ფილტრაციის შემდეგ 0,45 მკრ
1.	გემო	ოდნავ მომწარო გემო	ოდნავ მომწარო გემო
2.	ფერი	ღია ნარინჯისფერი	ღია ნარინჯისფერი
3.	pH	3,0	3,2
4.	სიმღვრვე NTU	32,40	0,95
5.	ხვედრითი წონა %	1,054	1,054
5.	ტიტრული მჟავა გ/ლ	4,43	4,43
6.	საერთო შაქარი გ/ლ	14,3	14,0
7.	ინვერსიული შაქარი %	12,3	11,5
8.	ექსტრატი მგ/ლ	159,93	157,32
9.	ტანინი გ/ლ	0,54	0,54

კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ და მანდარინის წვენის ფილტრაციისას შეიცვალა სიმღვრვის მაჩვენებელი. კახური ღვინის - „ხაშმის საფერავის“ შემთხვევაში საწყისი სიმღვრვე 3,43 NTU -დან შემცირდა 0,17 NTU -მდე, ხოლო მანდარინის შემთხვევაში საწყისი 32,40 NTU -იდან და 0,95 NTU -მდე, რაც იმას მიუთითებს, რომ ღვინისა და მანდარინის წვენი გახდა გამჟვრვალე და სტერილური.

ასევე, გამოკვლეული იქნა მდინარე ხრამისა და მაშავერას ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები და მასში შემავალი ზოგიერთი იონის კონცენტრაცია ხელსაწყო იონომერით (И-160. 1МП). განისაზღვრა სიმღვრვე ხელსაწყოზე - Turb 555 IR, ელექტროგამტარობა - კონდუქტომეტრი KEJI-1M2 საწყის სინჯებში ტანგენციალური ფილტრაციის მიკროფილტრაციულ დანადგარზე გატარების შემდეგ.

მდინარე მაშავერას, ხრამისა და მისი ძირითადი შენაკადების წყლის დაბინძურების წყაროს წარმოადგენს დასახლებული პუნქტების საწარმოო და საყოფაცხოვრებო, სასოფლო-სამეურნეო ჩამდინარე წყლები, მდინარის სანაპიროზე არასანქცირებული ნაგავსაყრელები, გაუმართავი საკანალიზაციო სისტემის ჩამდინარე წყლები, კომერციული ობიექტების კომპლექსებიდან წარმოქმნილი საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები, ასევე, ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების არ არსებობა.

ცხრილი 3.

მდინარე ხრამისა და მამავერას წყლის ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

№	პარამეტრები	განზომილება	ნორმატივი არა უმეტეს	მდ.ხრამი ფილტრა ციამდე	მდ.ხრამი ფილტრა ციის შემდეგ	მდ. მამავერა ფილტრა ციამდე	მდ.მამავერა ფილტრაციის შემდეგ
1.	ტემპერატურა	გრადუსი	-	12		11,6	
2.	სუნი	ბალი	1	0	0	0	0
3.	გემო	ბალი	1	-	-	-	-
4.	ფერი	გრადუსი	15	0	0	0	0
5.	სიმღვრივე	FNU	2	7,71	5,4	258,7	181,00
6.	შეწონილი ნაწილაკები	მგ/ლ	-	27,0	12,4	495,0	285
7.	პერმანგანატული ჟანგვადობა	მგO <sub>2</sub> /ლ	3	2,4	2,1	5,7	4,8
8.	გახსნილი ჟანგბადი	მგ/ლ	> 4	14,7	13,8	16,4	15,2
9.	ელექტროგამტარობა	CMM	-	198,6	198,6	422,5	422,5
10.	წყალბადური მაჩვენებელი	pH	6,5÷ 8,5	7,68	7,2	7,75	7,4
11.	ქლორიდები Cl <sup>-</sup>	მგ/ლ	350	6,48	4,53	10,20	7,14
12.	სიხისტე	მგ.ექვ./ლ	7	3,40	2,38	8,80	6,16
13.	ჰიდროკარბონატები	მგ/ლ	-	202,50	141,75	364,10	254,87
14.	კალციუმი Ca <sup>2+</sup>	მგ/ლ	140	44,70	31,29	120,60	84,42
15.	მაგნიუმი Mg <sup>2+</sup>	მგ/ლ	85	10,56	7,39	24,18	16,93
16.	ნატრიუმი Na <sup>+</sup>	მგ/ლ	200	12,40	8,68	32,00	22,4
17.	ამონიუმი NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	მგ/ლ	0,39	<0,1	<0,07	<0,1	<0,07
18.	ნიტრატები NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	მგ/ლ	45	6,44	4,51	15,48	10,83
19.	ნიტრიტები NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	მგ/ლ	3,3	<0,098	<0,069	<0,098	<0,069

20.	ბარიუმი Ba <sup>2+</sup>	მგ/ლ	0,1	0,08	0,056	0,20	0,10
21.	ფტორი F <sup>-</sup>	მგ/ლ	0,05	0,16	0,11	0,46	0,12

ფიზიკო-ქიმიური ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ მდინარე ხრამი და მაშავერა მიეკუთვნება ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან ტიპის წყალს. მაკრო- და მიკროელემენტების კონცენტრაციათა მნიშვნელობები ნაკლებია სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის მიხედვით ნორმატიულად დასაშვებ სიდიდეებზე, მომატებული რაოდენობით იყო მხოლოდ ფტორი და მდინარე მაშავერას წყალი პერმანგანატული ჟანგადობის მიხედვით მიეკუთვნებოდა დაბინძურებულ წყალს.

### III მიმართულება

სასმელი წყლისა და ღვინის სტერილურ-ფინიშური ფილტრაციის ოპტიმიზაციის მიზნით აქტუალურია ისეთი თვისებების მქონე მემბრანების შექმნა, რომლებიც გამორჩეულნი იქნებიან სათანადო ფორის ზომებით, ერთეულ ფართობზე მაღალი ფორიანობით, ზედაპირის რელიეფის დაბალი სიმქისითა და მაღალი ხვედრითი წარმადობით. მათი გამოყენება ხელს შეუწყობს პროდუქტის სტერილურ-ფინიშური ფილტრაციის პროცესის გამარტივებას, რაც უზრუნველყოფს საწარმოების ენერგოდანახარჯების მნიშვნელოვან დაზოგვას. თხევადი და გამყარებული ფაზის ანალიზური კვლევა განაპირობებს დასამუშავებელი ხსნარებისათვის მაღალხარისხოვანი მემბრანების შექმნასა და დამზადებას.

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა პოლიმერული კომპოზიციების თხევადი ფაზის ანალიზური კვლევა და მიკროგელური ნაწილაკების კონტროლი პოლიმერის გაჯირჯვებისა და გახსნის პროცესის მონიტორინგისათვის და პოლიმერის თხევადი ფაზის სიბლანტის კვლევა.

მაღალი ხვედრითი წარმადობის მემბრანის მისაღებად კვლევის პროცესში შერჩეულია: პოლიამიდები, გამხსნელები, ორგანული და არაორგანული დანამატები, რომელთა გამოყენებით დამზადებულია სხვადასხვა შედეგენილობის პოლიმერული კომპოზიციები. კვლევისას გამოყენებულია ლაბორატორიული ხელსაწყოები: ვაკუუმ თერმოსტატი - POLEKO, მოდელი ST; პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპი - Biolar, გადიდების დიაპაზონით 270-400, 10.7 მეგაპიქსელი მკაფიოობის ციფრული კამერით, საკვლევი ობიექტის ჯამური გადიდების და 1,5-3-ჯერ გაზრდით; ნანონაწილაკების მზომი ანალიზატორი Zetasizer Nano ZS90; ბრუკფილდის როტაციული ვისკოზიმეტრი - DH-DJ-8S; ლაბორატორიული ფილერი და მემბრანის ხვედრითი წარმადობის განმსაზღვრელი ლაბორატორიული დანადგარი MTSI-JM-5.

სინთეზური პოლიმერული მემბრანებიდან განსაკუთრებული ადგილი უკავიათ პოლიამიდის ბაზაზე დამზადებულ მიკრო-, ულტრა- და ნანოფილტრაციულ მემბრანებს, რომლებიც წარმატებით გამოიყენება წყლისა და ღვინის საფილტრაციო დანადგარებში.

პოლიამიდი ხასიათდება კარგი სატრანსპორტო თვისებებით, გამინების მაღალი ტემპერატურით, ხისტი აგებულებითა და ჰიდროფილური ბუნებით. არამიდული და წყალბადური ბმები განაპირობებს პოლიმერის მაღალ თბო- და ქიმიურ მდგრადობას, რაც საშუალებას იძლევა მისგან წარმოებული მემბრანები გამოყენებული იყოს ტემპერატურის ფართო დიაპაზონში და აგრესიულ არეებში. პოლიამიდი დაბალი ხსნადობით გამოირჩევა. მემბრანულ კომპოზიციებში პოლიმერის ხსნადობის ხარისხის (95,5%) გაუმჯობესების მიზნით ჩატარებულია პოლიმერის გაჯირჯვებისა და გახსნის პროცესის მონიტორინგი პოლარიზაციულ-ინტერფერენციულ ოპტიკურ მიკროსკოპზე.

მემბრანების მისაღები პოლიმერული კომპოზიცია წარმოადგენს პოლიდისპერსიულ სისტემას, რომლის ნაწილაკების ზომები დამოკიდებულია ხსნარის მომზადების პირობებსა და გახსნის ტემპერატურაზე. ხსნარის მომზადების პროცესში მნიშვნელოვანია მემბრანული კომპოზიციის კომპონენტების შრობის პროცესები.

ჩატარებულია პოლიმერისა და არაორგანული მარილის შრობის პროცესები 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C და 135°C ტემპერატურაზე, ვაკუუმ თერმოსტატში. დადგენილია კომპონენტების შრობის რეჟიმული პარამეტრები, რომლის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1.

პოლიმერისა და არაორგანული მარილის წონები შრობის ტემპერატურის მიხედვით

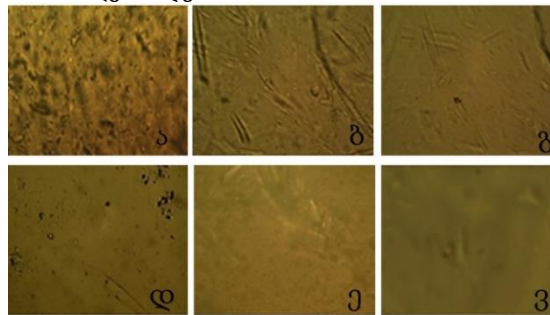
ნივთიერების დასახელება	შრობის ტემპერატურა, °C, გრად.	ნიმუშის წონა, გ		
		შრობამდე	შრობის შემდეგ	წონის დანაკარგი
პოლიმერი	60	0,550	0,517	0,035
	75	0,542	0,511	0,031
	90	0,511	0,508	0,003
	105	0,508	0,505	0,003
	120	0,505	0,505	0
	135	0,505	0,505	0
არაორგანული მარილი	60	0,157	0,145	0,012
	75	0,141	0,128	0,013
	90	0,128	0,124	0,004
	105	0,124	0,121	0,003
	120	0,121	0,121	0

პოლიმერის გაჯირჯვებისა და გახნის პროცესების შესწავლის მიზნით დამზადებულია პოლიმერული კომპოზიციები 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტებისაგან. ხსნარების მომზადება წარმოებდა 25°C, 30°C, 40°C და 55°C ტემპერატურებზე და გრძელდებოდა გამჭვირვალე ერთფაროვანი კომპოზიციის მიღებამდე.

პოლიმერის გაჯირჯვების მონიტორინგის დროს წარმოებდა კომპოზიციის კომპონენტების შერევის პროცესზე ვიზუალური დაკვირვება, რომელმაც აჩვენა, რომ დროის ერთნაირ მონაკვეთში პოლიმერის გაჯირჯვება უფრო ადრე იწყებოდა და უფრო სწრაფად მიმდინარეობდა 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებისაგან 55°C ტემპერატურაზე დამზადებულ კომპოზიციებში.

პოლიმერის გახსნის პროცესზე დაკვირვება მიმდინარეობდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპის საშუალებით მიღებული მიკროგრაფიული გამოსახულებების მიხედვით.

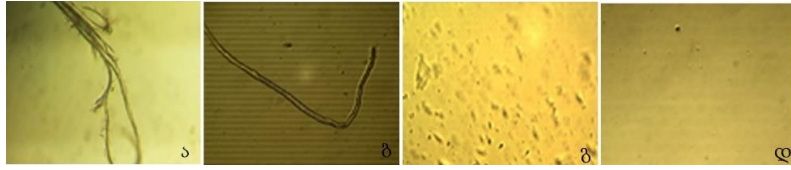
კომპოზიციის მორევა გრძელდებოდა პოლიმერის სრულ გახსნამდე, ნაწილაკების სრულ გაქრობამდე და გამჭვირველე ერთფაროვანი ხსნარის მიღებამდე.



სურათი 1. პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპის მიკროგრაფიული გამოსახულებები: მიღებული (ა) 60°C, (ბ) 75°C, (გ) 90°C, (დ) 105°C, (ე) 120°C და (ვ) 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებით და 55°C ტემპერატურაზე დამზადებული კომპოზიციებიდან

სურათზე 1. მოცემულია 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტებისგან 55°C ტემპერატურაზე დამზადებული კომპოზიციების მიკროგრაფიული გამოსახულებები, 4 საათის გახსნის შემდეგ.



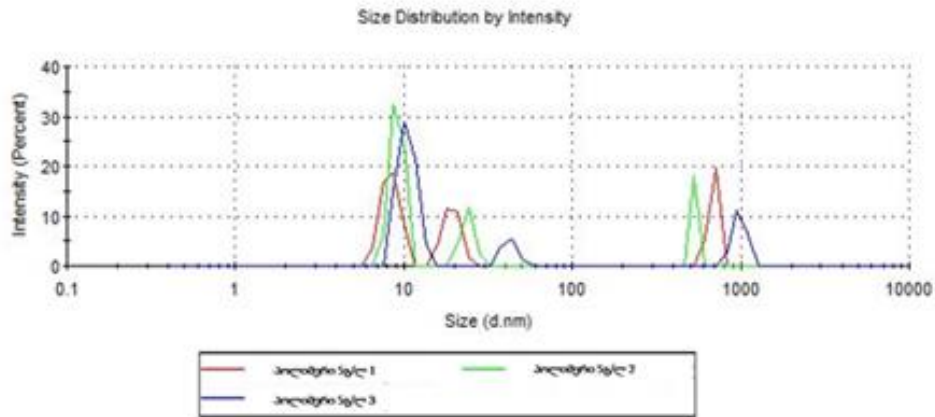


სურათი 2. პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპის მიკროგრაფიული გამოსახულებები: მიღებული 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებით და (ა) 20°C, (ბ) 30°C, (გ) 40°C და 55°C ტემპერატურაზე დამზადებული კომპოზიციებიდან

სურათზე 2. მოცემულია 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებისაგან 25°C, 30°C, 40°C, 55°C ტემპერატურებზე დამზადებული კომპოზიციების მიკროგრაფიული გამოსახულებები, 4 საათის გახსნის შემდეგ.

სურათის 1. ე და სურათის 2. დ მიკროგრაფიულ გამოსახულებებზე დაფიქსირებულია პოლიმერის ყველაზე მცირე ნაწილაკის მხოლოდ ჩრდილი, რაც მიუთითებს ხსნარის ჰომოგენურობაზე, ყველა დანარჩენზე კი - გაუხსნელი პოლიმერის კვანძოვანი ჩანართები, ბოჭკოვანი ან მაფისებური, ნემსისებური წარმონაქმნები და მიკროგელური ნაწილაკებია, რაც მეტყველებს ხსნარის არაერთგვაროვნებაზე.

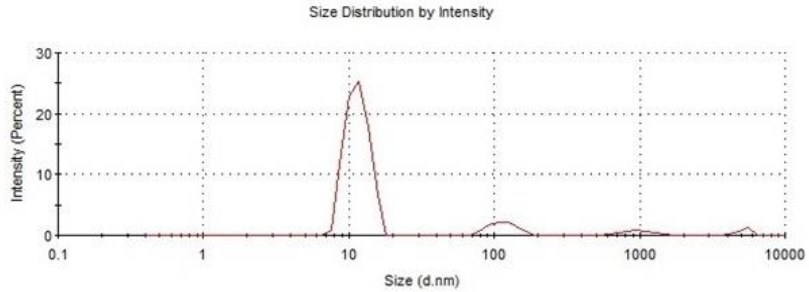
შესწავლილია პოლიმერულ კომპოზიციებში არსებული ნაწილაკების ზომა და მათი განაწილება ზომის მიხედვით ნაწილაკების მზომ ანალიზატორზე, რომლის შედეგები მოცემულია სურათებზე 3 და 4.



სურათი 3. 90°C 105°C და 120°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტების შემცველი ხსნარების ნაწილაკების ინტენსივობის მრუდები

სურათზე 3 მოცემულია 90°C, 105°C და 120°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტების შემცველი ხსნარების ნაწილაკების ინტენსივობის მრუდები, რომლებზეც ნაწილაკების ზომები მერყეობს 8 ნმ-დან 1000 ნმ-მდე.

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
<b>Z-Average (d.nm):</b> 13.15	<b>Peak 1:</b> 11.52	85.4	1.998
<b>Pd:</b> 0.330	<b>Peak 2:</b> 115.8	8.7	23.74
<b>Intercept:</b> 0.810	<b>Peak 3:</b> 1015	3.7	250.8
<b>Result quality :</b> Good			



სურათი 4. 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტების შემცველი ხსნარების ნაწონაწილაკების ინტენსივობის მრუდები

სურათზე 4 ნაჩვენებია, 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებისაგან მიღებული კომპოზიციის ნაწილაკების ზომების ინტენსივობის მრუდები, რომელზედაც 85.4% დომინირებს 10-13 ნმ ზომის ნაწილაკები.

მემბრანული ფირების დამზადება წარმოებდა ფაზური ინვერსიის მეთოდის გამოყენებით თხევადი პოლიმერული კომპოზიციის დატანით ლაბორატორიული ფილერის მინის პოლირებულ ფირფიტაზე. მიღებული მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობების მნიშვნელობები წარმოდგენილია ცხრილში 2.

ცხრილი 2

განსხვავებულ ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებით და განსხვავებულ ტემპერატურაზე დამზადებული მემბრანული კომპოზიციებიდან მიღებული მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობები

მემბრანული ფირები	კომპონენტების შრობის ტემპერატურა, რომლებიდანაც დამზადებულია კომპოზიციები, t°C, გრად	მემბრანული კომპოზიციების მომზადების ტემპერატურა, t°C, გრად	საკუაგულაციო აბაზანის ტემპერატურა, t°C, გრად	მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობა, J, ლ/მ <sup>2</sup> სთ
M60	60	55	20	1035
M75	75			1330
M90	90			1540
M105	105			1900
M120	120			2300

M135	135			2550
M25	135	25	20	1200
M30		30		1877
M40		40		2188
M55		55		2510

ცხრილის 2 მონაცემების მიხედვით 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებით 55°C ტემპერატურაზე დამზადებული კომპოზიციებიდან მიღებული მემბრანის ფირების ხვედრითი წარმადობები აღემატება დანარჩენების ხვედრით წარმადობებს და შეადგენს შესაბამისად 2550 ლ/მ<sup>2</sup>სთ და 2510 ლ/მ<sup>2</sup>სთ.

კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ მემბრანის მისაღები პოლიმერისა და დანამატის სათანადო შრობითა და გახსნის ტემპერატურის რეგულირებით შესაძლებელია მაღალი ხვედრითი წარმადობის მქონე მემბრანის მიღება.

მემბრანების მორფოლოგიისა და სტრუქტურის ფორმირებისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია პოლიმერული კომპოზიციის სიბლანტე. პოლიმერული კომპოზიციების სიბლანტის შესწავლის მიზნით დამზადებულია პოლიმერის 5%-დან 15%-მდე კონცენტრაციის ხსნარები, განსაზღვრულია სიბლანტეები ბრუკფელდის როტაციული ვისკოზიმეტრით და ფაზური ინვერსიის მეთოდით მიღებული მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობები, რომელთა შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3.

პოლიმერული ხსნარის კონცენტრაცია, სიბლანტე და მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობა

მემბრანული ფირები	ხსნარის კონცენტრაცია, C %	ხსნარის სიბლანტე, η, სპ	ხვედრითი წარმადობა, J,ლ/მ <sup>2</sup> სთ
M1	5	70.12	512
M2	6	116.31	883
M3	7	220.83	1244
M4	8	395.81	1805
M5	9	532.72	2701

M6	10	620.35	3006
M7	11	790.53	3181
M8	12	820.44	3300
M9	13	861.56	2415
M10	14	902.98	2303
M11	15	967.32	2057

ცხრილის 3 მონაცემების მიხედვით, 5-8% კონცენტრაციის ხსნარიდან მიღებული კომპოზიციების სიბლანტე შეადგენს 50-400 სანტი პუაზს, 9-11% ს კონცენტრაციის შემთხვევაში - 500-800 სანტი პუაზს, ხოლო 12-15% კონცენტრაციისას - 800-1000 სანტი პუაზს. საშუალო სიბლანტის მქონე კომპოზიციებიდან მიღებული მემბრანების წარმადობა არის 2700-3200 ლ/მ<sup>2</sup>სთ, რაც აღემატება მცირე და მაღალი სიბლანტის მქონე ხსნარებიდან მიღებული მემბრანების წარმადობას - 50-2550 ლ/მ<sup>2</sup>სთ. ცხრილის მონაცემების მიხედვით ხვედრითი წარმადობის მაღალი მაჩვენებელი - 3300 ლ/მ<sup>2</sup>სთ გააჩნია M8 მემბრანას, რომელიც მიღებულია 12% კონცენტრაციის პოლიმერის შემცველი კომპოზიციიდან.

კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ მემბრანულ კომპოზიციებში პოლიმერის კონცენტრაციის ცვლილებით შესაძლებელია პოლიმერული კომპოზიციის სიბლანტის ისეთი რეგულირება, რაც განაპირობებს სასურველი სტრუქტურის, მორფოლოგიისა და მაღალი წარმადობის მემბრანის მიღებას.

აღრიცხულია ექსპერიმენტის მონაცემები. შესრულებულია წლიური ანგარიში და გამოქვეყნებულია ერთი სტატია - „ზოგიერთი ფაქტორის გავლენის შესწავლა ფაზური ინვერსიის მეთოდით მიკრო- და ულტრაფილტრაციული მემბრანების ფორმირების პროცესზე“ - საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, N2, ტ.93, თბილისი 2021, გვ.97-100.

## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

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

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

## 3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 3.2.

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

1. “ მვირადღირებული სამეცნიერო დანადგარები და აღჭურვილობა “ - ანალიზური ხელსაწყო-ინფრაწითელი ფურიე სპექტრომეტრი.

2021 წლის- უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებების დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი ერთეულების მატერიალურ ტექნიკური ბაზის განახლების ხელშეწყობის კონკურსში გამარჯვებული, შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული პროექტი RIM - 2 -21-123

- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021-2021
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. პროექტის ხელმძღვანელი - გ. ბიბილეიშვილი
- 2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

ინფრაწითელი ფურიე-სპექტრომეტრი უზრუნველყოფს 2021-2026 წლების პროგრამით გათვალისწინებული 5 სამეცნიერო პროექტის კვლევების ინოვაციური თვალსაზრისით განვითარებასა და გაფართოებას შემდეგი მიმართულებებით:

1. მემბრანული მეცნიერებებისა და ინდუსტრიის სასწავლო-სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის თანამედროვე ასპექტების მონიტორინგი ეკონომიკის დარგობრივი მიმართულებების მიხედვით.
2. ახალი ნანოკომპოზიციური მასალების ექსპერიმენტული კვლევა-დამუშავება მიკრო-, ულტრა და ნანოფილტრაციული მემბრანების შექმნის მიზნით.
3. ცვალებადი შედგენილობისა და სიბლანტის ხსნარებისათვის ბარომემბრანული პროცესების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა.
4. საცდელ-საკონსტრუქტორო-საინჟინრო სამუშაოები მემბრანული აპარატების, ავტომატიზაციის, ნანოტექნოლოგიებისა და დანადგარების დამუშავებისათვის.
5. ხსნარების, პოლიმერული კომპოზიციების თხევადი და მყარი ფაზის ფიზიკურ-ქიმიურ კვლევებს.

პროექტში ჩასატარებელი თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოები მოიცავს საკვლევ თემატიკების დიდ წრეს: ეკოლოგიას, ქიმიას, ფიზიკას, ბიოლოგიას, მათემატიკას, ბიოტექნოლოგიას, ნანოტექნოლოგიას, ნანომასალების ინჟინერიას, მექანიკას, მემბრანული მეცნიერებების დარგებს, შესაბამისად, ფართო მკვლევართა ჯგუფი (მათ შორის ახალგაზრდა მეცნიერები), რომელთათვისაც სასარგებლო იქნება მეცნიერებატევადი მემბრანული ნანოტექნოლოგიების, ტექნიკისა და ინოვაციური პოლიმერული ნანომასალების გამოყენება და ახალი ტექნოლოგიების ათვისება.

#### 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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

##### 4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

6.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

6.3. კრებულები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**



## 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

### 1) ავტორი/ავტორები

1. ბიბილეიშვილი გ.ვ., გოგესაშვილი ნ.ნ., მამულაშვილი მ.ა., ჯავაშვილი ზ.დ.
2. ბიბილეიშვილი გ.ვ., გოგესაშვილი ნ.ნ., კეჟერაშვილი მ. გ., მამულაშვილი მ.ა., ებანოიძე ლ. ო.
3. ბიბილეიშვილი გ.ვ., გოგესაშვილი ნ.ნ., ებანოიძე ლ.ო., კეჟერაშვილი მ.გ.
4. ბიბილეიშვილი გ.ვ., კეჟერაშვილი მ.გ., ებანოიძე ლ.ო., ყუფარაძე ლ.პ.
5. ბიბილეიშვილი გ.ვ., კეჟერაშვილი მ.გ., გოგესაშვილი ნ.ნ., მამულაშვილი მ.ა., ებანოიძე ლ.ო.
6. ბიბილეიშვილი გ.ვ., კეჟერაშვილი მ.გ., გოგესაშვილი ნ.ნ., მამულაშვილი მ.ა.
7. ბიბილეიშვილი გ.ვ., ებანოიძე ლ.ო., კეჟერაშვილი მ.გ., გოგესაშვილი ნ.ნ.
8. ბიბილეიშვილი გ.ვ., ყუფარაძე ლ.პ., კაკაბაძე ე.გ., ომსარაშვილი თ.ი.
9. ბიბილეიშვილი გ.ვ., მამულაშვილი მ.ა., ჯავაშვილი ზ.დ., კაკაბაძე ე.გ.
10. ბიბილეიშვილი გ.ვ., მამულაშვილი მ.ა. ჯავაშვილი ზ.დ., ბუთხუზი თ.გ.
11. ბიბილეიშვილი გ.ვ., გოგესაშვილი ნ.ნ., კეჟერაშვილი მ.გ., მამულაშვილი მ.ა., ებანოიძე ლ.ო.

### 2) სტატიის სათაური, ISSN

1. პოლიმერული დანამატების გავლენის შესწავლა ალიფატური ამიდებისგან მიღებული მემბრანების სტრუქტურაზე, 1512-0287
2. პოლიეთერულფონების მემბრანული აპკების მორფოლოგიური თვისებების კვლევა ორგანული დანამატების გავლენის გათვალისწინებით , 1512-0287
3. ორგანული დანამატების გავლენის კვლევა პოლისულფონური მემბრანების სტრუქტურაზე, 1512-0287
4. პოლიმერული კომპოზიციის შედგენილობის გავლენა ალიფატური პოლიამიდური მემბრანების მახასიათებლებზე, 1512-0287
5. პოლიმერულ კომპოზიციაში მიკროგელური ნაწილაკების ზომის გავლენის შესწავლა მემბრანის მორფოლოგიასა და მახასიათებლებზე, 1512-0287
6. პოლიმერული კომპოზიციის სიბლანტის გავლენა პოლიეთერულფონური(პეს) მემბრანების მორფოლოგიაზე, 1512-0287
7. ზოგიერთი ფაქტორის გავლენის შესწავლა ფაზური ინვერსიის მეთოდით მიღებული მიკრო- და ულტრაფილტრაციული მემბრანების ფორმირების პროცესზე, 1512-0287
8. ჰააგენ - პუაზეილის დინება სადაწნეო მილში და ბარომემბრანული პროცესები, 1512-0287
9. ულტრაფილტრაციული მემბრანებით დამუშავებული ბუნებრივი მტკნარი წყლების მიკრობიოლოგიური კვლევა, 1512-0287
10. შავი ზღვის წყლის მიკრობიოლოგიური კვლევა და ულტრაფილტრაციის მეთოდის გამოყენება საქართველოს საკურორტო ზონის ეკოლოგიურად სუფთა წყლით უზრუნველყოფისათვის, 1512-0287
11. პოლიმერული მემბრანების გამოყენება ღვინის გადამუშავების ტექნოლოგიურ პროცესებში- გამოქვეყნდება საიუბილეო კრებულში.

### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93
2. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93
3. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93
4. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93
5. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93
6. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93
7. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93
8. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93

9. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93
10. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი93
11. გამოქვეყნდება საიუბილეო კრებულში

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. საქართველოს საინჟინრო აკადემია
2. საქართველოს საინჟინრო აკადემია
3. საქართველოს საინჟინრო აკადემია
4. საქართველოს საინჟინრო აკადემია
5. საქართველოს საინჟინრო აკადემია
6. საქართველოს საინჟინრო აკადემია
7. საქართველოს საინჟინრო აკადემია
8. საქართველოს საინჟინრო აკადემია
9. საქართველოს საინჟინრო აკადემია
10. საქართველოს საინჟინრო აკადემია
11. -

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.107-109
- 2.118-120
- 3.110-112
- 4.101-103
- 5.121-122
- 6.104 -106
- 7.97-100
- 8.94-96
- 9.113-114
- 10.115-117
11. -

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**1. პოლიმერული დანამატების გავლენის შესწავლა ალიფატური ამიდებისგან მიღებული მემბრანების სტრუქტურაზე.**

კვლევაში შესწავლილია ალიფატური პოლიამიდი 6-ის 12%-იან ხსნარში, ჭიანჭველმკვავაში, პოლიმერის მასის 30%, 40% და 50% პოლიეთილენგლიკოლი 1000-ის დამატებით მიღებული კომპოზიციებიდან გამოლექილი მემბრანების თვისებები. ალიფატური პოლიამიდებს ლიდერის პოზიცია უკავიათ მემბრანების წარმოებაში. მაღალი წარმადობისა და სათანადო მექანიკური მახასიათებლების გამო ამ მასალებისგან დამზადებული მემბრანები ფართოდ გამოიყენება წყლის ფილტრაციის სფეროში.

კვლევის მიზანი იყო დანამატის, პოლიეთილენგლიკოლი 1000-ის რაოდენობის გავლენის დადგენა მიღებული მემბრანების ხვედრით წარმადობაზე, ფორის ზომასა და ზედაპირულ ტოფოგრაფიაზე. მემბრანების მიღება წარმოებდა ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდით. გამოლექვისა და მემბრანების მახასიათებლების განსაზღვრის პროცესები ჩატარდა ინსტიტუტში დამზადებულ ლაბორატორიულ დანადგარებზე MTSI-BP-4 და MTSI-JM-5-ზე, ხოლო მემბრანების ტოპოგრაფია კი შესწავლილია მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd).

ექსპერიმენტით მიღებული შედეგებიდან გამოიკვეთა, რომ პოლიმერული კომპოზიციის ხსნარებში პოლიეთილენგლიკოლის რაოდენობის გაზრდასთან ერთად იცვლება მიღებული მემბრანების ფორის ზომები, წარმადობა, ფორიანობა და მემბრანების სისქე. პოლიეთილენგლიკოლის რაოდენობის გაზრდა იწვევს მემბრანების სისქის თანდათანობით შემცირებას. ფორწარმომქმნელის რაოდენობის გაზრდასთან ერთად მცირდება მემბრანების ბუშტულაკის წერტილით განსაზღვრული ფორის ზომები და ადგილი აქვს ნიმუშების ზედაპირული სტრუქტურის დახვეწას. პოლიეთილენგლიკოლი 1000-ის კონცენტრაციის გაზრდა დასასხმელ კომპოზიციაში იწვევს მემბრანების წყლის საფილტრაციო ნაკადის მატებას. პოლიამიდი 6 / პეგ 1000 50/50 თანაფარობით მომზადებული კომპოზიციიდან მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობა შეადგენს 560,63ლ/მ<sup>2</sup>სთ, ფორის ზომა 0,32მკმ, მემბრანის სისქე 0,042მმ და ფორიანობა 62%. ფორის ზომის შემცირების მიუხედავად, აღნიშნული მემბრანის ხვედრითი წარმადობა უფრო მეტია, ვიდრე დანარჩენი მემბრანული ნიმუშების. გაფილტრული წყლის ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ მისი გამოყენება შესაძლებელია წყლის მიკროფილტრაციულ დანადგარებში.

## **2. პოლიეთერსულფონების მემბრანული აპკების მორფოლოგიური თვისებების კვლევა ორგანული დანამატების გავლენის გათვალისწინებით.**

ნაშრომში გამოკვლეულია პოლიეთერსულფონების პოლიმერული კომპოზიციებიდან მიღებული მემბრანული აპკების მახასიათებლებზე სხვადასხვა მარკის K12, K17, K25 და რაოდენობის (5%, 10%, 15%) პოლივინილპიროლიდონის გავლენა. ისეთი დანამატები, როგორცაა პოლივინილპიროლიდონი (პვპ), პოლიგლიკოლები და სხვები, სველი ფორმირებისა და სპონტანური გელწარმოქმნის დროს ეფექტურად არეგულირებენ მაკროსიციარელებს მემბრანის სუბსტრუქტურაში, ასევე ფორიანობას, ფორის ზომას, ჰიდროფილურობასა და სხვა თვისებებს.

აღნიშნული კვლევებისათვის გამოყენებული იყო პოლიეთერსულფონების 15%-იანი ხსნარი დიმეთილაცეტამიდში და ორგანულ დანამატად პოლივინილპიროლიდონი. მიღებული და შესწავლილი იყო, სხვადასხვა მოლეკულური მასისა და კონცენტრაციის მქონე პოლივინილპიროლიდონის შემცველი პოლიმერული კომპოზიციების სიბლანტე ვისკოზიმეტრული მეთოდით, სიმღვრივის სპექტრის მეთოდით კი განსაზღვრულია ნაწილაკების ზომა და რიცხვი ხსნარებში. მემბრანების მისაღებად გამოყენებული იყო ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდი. პოლიმერის კომპოზიციური ხსნარების გამოლექვა ჩატარებულია წყალში 55°C-ზე. მემბრანების მახასიათებლები განსაზღვრულია ინსტიტუტში დამზადებულ ლაბორატორიულ დანადგარებზე MTSI-BP-4 და MTSI-JM-5-ზე, ხოლო მემბრანების ტოპოგრაფია კი შესწავლილია მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd). ექსპერიმენტული მომაცემებიდან და მემბრანული აპკების მიკროსურათების შესწავლის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ პოლიეთერსულფონის 15%-იანი პოლიმერული კომპოზიციიდან გამოლექილი მემბრანული აპკებიდან საუკეთესო ზედაპირული სტრუქტურით და მაღალი წარმადობით გამოირჩევა K 25 მარკის პოლივინილპიროლიდონის 15%-ის დამატებით მიღებული მემბრანა. უფრო დაბალმოლეკულური მასის მქონე მარკების პოლივინილპიროლიდონის შემცველი ხსნარებიდან მიღებულ მემბრანულ აპკებს გააჩნიათ დეფექტები და დაბალი ხვედრითი წარმადობები, რის გამოც ამ შემადგენლობების კომპოზიციებისგან მიღებული მემბრანების გამოყენება წყლის საფილტრაციოდ არ არის მიზანშეწონილი.

## **3. ორგანული დანამატების გავლენის კვლევა პოლისულფონური მემბრანების სტრუქტურაზე.**

ნაშრომში შესწავლილია წყლის საფილტრაციო მემბრანების მიღებისა და მორფოლოგიის კვლევის საკითხები. მემბრანების მასალად გამოყენებული იყო პოლისულფონები, რომლებიც წარმოადგენენ ქიმიურად სტაბილურ პოლიმერებს და ამ მასალებისგან მიღებული მემბრანების ფორმირება შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა პირობებში, განსხვავებულ რეჟიმებში და განსხვავებული ფორწარმომქმნელის დამატებით, რაც ასევე იძლევა ფორის ზომისა და მემბრანების სხვა მახასიათებლების ვარიაციის საშუალებას ფართო დიაპაზონში. პოლისულფონური მემბრანების მიღება განხორციელდა ფაზური ინვერსიის მეთოდით, რომლის პირველ საფეხურს წარმოადგენს პოლიმერული კომპოზიციის მიღება და შემდეგ მიღებული კომპოზიციის გამოლექვა. პოლისულფონის კომპოზიციაში გამხსნელის გარდა დანამატებად გამოყენებული

იყო პოლიეთილენგლიკოლი (PEG-400) და პოლოქსამერი (Pluronic F-127). პოლისულფონის გახსნის მონიტორინგი და დასასხმელ ხსნარებში ნაწილაკების ზომები გამოკვლეულ იქნა Malvern ZetasizerNano-ZS90. გამოლექვის პროცედურები ჩატარებულია გამოხდილი წყლის საკოაგულაციო აბაზანაში 60°C-ზე.

განსაზღვრულია მიღებული მემბრანების ფორის ზომები და ხვედრითი წარმადობა, ხოლო ზედაპირის ტოპოგრაფია შესწავლილია მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd.რუსეთი). კვლევამ აჩვენა, რომ ერთდროულად პეგ-ისა და პოლოქსამერის დამატებამ ნიმუშებში გააუმჯობესა მემბრანების სტრუქტურა, გაზარდა რელიეფის ერთგვაროვნება, ფორიანობა და წარმადობა. მემბრანების ზედაპირები გახდა უფრო გლუვი და მკვრივი. დადგინდა, რომ პეგისა და პოლოქსამერის მოცემული რაოდენობები 18%-იანი პოლისულფონის პოლიმერული კომპოზიციის ხსნარებში გავლენას ახდენს მიღებული მიკროფილტრაციული მემბრანების სტრუქტურაზე, მახასიათებლებზე და იძლევა მემბრანების ფორის ზომის ვარიაციის საშუალებას 0,67მკმ-1,08მკმ-ის ფარგლებში.

#### **4. პოლიმერული კომპოზიციის შედგენილობის გავლენა ალიფატური პოლიამიდური მემბრანების მახასიათებლებზე.**

კვლევის მიზანს წარმოადგენს პოლიმერული კომპოზიციის შედგენილობის გავლენის შესწავლა მემბრანების მორფოლოგიაზე, ხვედრით წარმადობაზე, ფორების ზომებზე და განაწილების სიხშირეზე. მემბრანების მისაღებ ძირითად პოლიმერად შერჩეული იქნა ქიმიური და თერმული თვისებების მრავალფეროვანი სპექტრის მქონე ალიფატური პოლიამიდი (პა-66). პოლიამიდის გამხსნელად შერჩეული იქნა ჭიანჭველმჟავა, ქიმიურ დანამატად წყალი, ფორამიდი და აცეტონი. არაგამხსნელად გამოყენებული იქნა გამოხდილი და ონკანის წყალი. შერჩეული გამხსნელი და ქიმიური დანამატები საშუალებას იძლევა დამზადდეს სხვადასხვა შედგენილობისა და კონცენტრაციის სტაბილური ხსნარები, რათა გამოვლინდეს ოპტიმალური შედგენილობის პოლიმერული კომპოზიცია მიკროფილტრაციული მემბრანების დასამზადებლად.

მემბრანის ნიმუშები მზადდებოდა პოლიმერული კომპოზიციიდან, რომლის შედგენილობაში შედის 15მას.% ალიფატური პოლიამიდი (პა-66), 3 მას.% პოლივი-ნილ-პიროლიდონი (პვპ), ხოლო ქიმიური დანამატების რაოდენობა იცვლებოდა 2-6 მასური პროცენტის ფარგლებში.

დადგენილია, რომ კომპოზიციაში დანამატად აცეტონის, ხოლო არაგამხსნელად წყლის გამოყენება იწვევს გამოლექვის პროცესის შეყოვნებას და მიიღება მტკიცე, ნაკლებად ფოროვანი მემბრანები მცირე ზომის ფორებით, დაბალი ფორიანობით და ხვედრითი წარმადობით, აცეტონისა და წყლის ხსნადობის პარამეტრების მნიშვნელოვანი სხვაობის გამო. ხოლო, კომპოზიციაში დანამატის - წყლისა და არაგამხსნელის - წყლის ხსნადობის პარამეტრებს შორის მინიმალური სხვაობა განაპირობებს ფაზური ინვერსიის პროცესის ეფექტურ მიმდინარეობას, რის შედეგადაც მიიღება მაღალი ფორიანობისა და ხვედრითი წარმადობის მქონე მემბრანები.

#### **5. პოლიმერულ კომპოზიციაში მიკროგელური ნაწილაკების ზომის გავლენის შესწავლა მემბრანის მორფოლოგიასა და მახასიათებლებზე.**

სტატიაში განხილულია თხევად პოლიმერულ კომპოზიციაში არსებული მიკროგელური ნაწილაკების ზომის გავლენა მემბრანების ხვედრით წარმადობაზე. პოლიმერული კომპოზიცია მზადდებოდა პოლიეთერსულფონის (პეს), გამხსნელისა და სხვადასხვა მოლეკულური მასის მქონე დანამატის (ე-700, ე-1200) ბაზაზე, ხოლო მემბრანა მიიღებოდა ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდის გზით. პოლიმერული კომპოზიციის შემადგენელი კომპონენტების გახსნის პროცესის პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით და მიღებული ხსნარების სინათლის გაბნევის დინამიური მეთოდით შესწავლის შედეგად დადგენილია, რომ პოლიმერული კომპოზიცია წარმოადგენს პოლიდისპერსიულ სისტემას, რომელშიც მიკროგელური ნანონაწილაკების ზომა დამოკიდებულია ხსნარის შედგენილობაზე, კონცენტრაციაზე, ორგანული დანამატების მოლეკულურ მასაზე და რაოდენობაზე.

პოლიმერული კომპოზიციის შედგენილობისა და კონცენტრაციის ორგანული დანამატების საშუალებით, ხსნარში ნაწილაკების ზომების ცვლილებით ისეთი განაწილების მიღწევა შესაძლებელია, რამაც

უზრუნველყო ფორების წარმოქმნის დიდი არეალი, ფორიანობა და განაპირობა მიღებული მემბრანის მაღალი ხვედრითი წარმადობა.

კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ მიღებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობა დამოკიდებულია პოლიმერულ კომპოზიციაში არსებული ნაწილაკების ზომებზე (ჰიდროდინამიურ რადიუსზე). რაც უფრო მცირეა ნაწილაკების ზომა, მით მეტია მიღებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობა. მემბრანები მაღალი ხვედრითი წარმადობით - 3225-3555 ლ/მ<sup>2</sup> სთ მიღებულია პოლიმერული კომპოზიციიდან, რომელშიც მიკროგელური ნაწილაკების ზომები არის მცირე და შეადგენს 18,7-18,8 ნმ-ს.

## **6. პოლიმერული კომპოზიციის სიბლანტის გავლენა პოლიეთერსულფონური(პეს) მემბრანების მორფოლოგიაზე.**

ნაშრომში განხილულია სამეცნიერო კვლევის შედეგები, რომელიც ეხება სინთეზური პოლიეთერსულფონიდან (პეს) მიკრო- და ულტრაფილტრაციული მემბრანების შექმნას ფაზური ინვერსიის მეთოდით. კვლევის მიზანს წარმოადგენს მემბრანის მისაღები ხსნარის შედგენილობის, პოლიმერის კონცენტრაციისა და ხსნარის სიბლანტის გავლენის შესწავლა მემბრანების მორფოლოგიურ მახასიათებლებსა და სატრანსპორტო თვისებებზე. ბრტყელი მემბრანული აპკები მიღებული იქნა პოლიმერული კომპოზიციიდან, რომლის შედგენილობაში შედიოდა პოლიეთერსულფონი, დიმეთილფორამიდი (დმფ), პოლივინილპიროლიდონი (პვპ) სხვადასხვა პროცენტული რაოდენობით, ხოლო არაგამხსნელად გამოყენებული იქნა გამოხდილი წყალი. პოლიეთერსულფონის დაბალი კონცენტრაციის (13მას%, 15მას.% ) დროს კომპოზიციის სიბლანტე შეადგენს 420-443 სანტი პუაზს, ხოლო 21 მას.% პეს-ის შემთხვევაში ის შეადგენს 672 სანტი პუაზს.

კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ დაბალი სიბლანტის მქონე პოლიმერული კომპოზიციის ხსნარებიდან მიღებულ მემბრანებს გააჩნია მაღალი ხვედრითი წარმადობა, ვიდრე მაღალი სიბლანტის მქონე ხსნარებიდან მიღებულ მემბრანებს. ხვედრითი წარმადობის მაღალი მაჩვენებელი-2500 ლ/მ<sup>2</sup> სთ აჩვენა მემბრანამ, რომელიც მიღებულია 13% პეს-ის და პვს/დმფ შემცველი კომპოზიციიდან. მემბრანის მისაღები კომპოზიციის სიბლანტის ცვლილების საშუალებით შესაძლებელია მიკრო- და ულტრაფილტრაციული მემბრანის სტრუქტურის, მორფოლოგიური მახასიათებლების, ფორის ზომების, ფორიანობისა და ხვედრითი წარმადობის რეგულირება.

## **7. ზოგიერთი ფაქტორის გავლენის შესწავლა ფაზური ინვერსიის მეთოდით მიღებული მიკრო- და ულტრაფილტრაციული მემბრანების ფორმირების პროცესზე.**

ნაშრომში განხილულია მემბრანების მორფოლოგიისა და სტრუქტურის ფორმირებისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი - პოლიმერის კონფორმაციული მდგომარეობა, რომელიც ძირითადად დამოკიდებულია კომპონენტების შრობის რეჟიმულ პარამეტრებზე, პოლიმერისა და დანამატების კონცენტრაციაზე, პოლიმერის ხსნარში არსებული ნაწილაკის ზომებზე და განაწილების კონფიგურაციაზე. აღნიშნული ფაქტორები განაპირობებს ფაზური ინვერსიის პროცესის მსვლელობის პირობებსა და მიღებული მემბრანის სტრუქტურას.

დადგენილია, რომ მიკრო- და ულტრაფილტრაციული მემბრანების სტრუქტურას, მორფოლოგიასა და ხვედრით წარმადობას განაპირობებს მემბრანის მისაღები კომპოზიციური ხსნარის შემადგენელი კომპონენტების კონფორმაციული მდგომარეობა, პოლიმერისა და დანამატების პროცენტული შედგენილობა კომპოზიციაში, შრობისა და ფაზური ინვერსიის პროცესების რეჟიმული პარამეტრების ერთობლიობა.

## **8. ჰააგენ - პუაზელის დინება სადაწნო მილში და ბარომემბრანული პროცესები.**

ნაშრომში, ნავიე-სტოქსის უკუმში ბლანტი სითხის დაუმყარებელი მოძრაობის განტოლებების ბაზაზე, ცილინდრულ კოორდინატებში გამოყვანილია ჰააგენ -პუაზელის მოძრაობის განტოლება და დადგენილია

მომრავობის სიჩქარის ანალიზური სახე. რეინოლდსის რიცხვის საშუალებით სადაწნეო საკანში სითხის მომრავობის დამახასიათებელი მნიშვნელობებით შესწავლილია, ბარომემბრანულ პროცესებში სხვადასხვა რეჟიმების განხორციელებისათვის სიჩქარეების დიაპაზონი.

ცნობილია, რომ რეინოლდსის რიცხვის 2000-ზე ნაკლები მნიშვნელობებისათვის მემბრანული სადაწნეო საკნის კედელზე სითხის სიჩქარე ნულის ტოლია, რაც სითხის ლამინარულ დინებაზე მიუთითებს. სითხის ნაკადის ლამინარული დინების სიჩქარის მაჩვენებლები სადაწნეო საკნისათვის შეესაბამებოდა 0,5 მ/წმ, 1,0 მ/წმ, 1,5 მ/წმ, 2,0 მ/წმ და 3,0 მ/წმ მნიშვნელობებს, ხოლო სიჩქარის 3,6 მ/წმ და მეტი მნიშვნელობებისათვის რეინოლდსის რიცხვი 2000-ს აღემატება. აქედან გამომდინარე, მემბრანული აპარატის სადაწნეო საკანში ეფექტური მასაგადატანის პროცესის განხორციელება მიზანშეწონილია სიჩქარის 3 მ/წმ-ზე მაღალი მაჩვენებლების პირობებში

### **9. ულტრაფილტრაფილტრაციული მემბრანებით დამუშავებული ბუნებრივი მტკნარი წყლების მიკრობიოლოგიური კვლევა.**

გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი პირობების მდგრადობის უზრუნველყოფის მიზნით ჩატარებული ბარომემბრანული პროცესების კვლევისა და ბიორეაქტორზე დამუშავებული ნიმუშების მიკრობიოლოგიური ანალიზების შედეგების მიხედვით, შემუშავდა ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უვნებელი წყლის მიღების ტექნოლოგია, მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების სტანდარტის დაცვით. წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზი მოიცავდა სხვადასხვა ანალიზს მიკროორგანიზმების ინდიკატორის დასადგენად. მემბრანული პროცესებისა და მიკრობიოლოგიურ ლაბორატორიაში წყლის მიკრობიოლოგიური კვლევა ჩატარდა ულტრაფილტრაციული 0,01 მკმ - 0,1 მკმ ფორის ზომის მემბრანებით დამუშავებულ მდინარე მტკვრის წყლის ფილტრატზე და საწყის სინჯებზე.

საანალიზოდ აღებული საწყისი სინჯები ინკუბაციისთვის გაიფილტრა მიკრობიოლოგიურ საფილტრავ დანადგარზე - ბიორეაქტორზე, რომელიც დამუშავდა მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტში, აქვე დამზადდა 0,2 - 0,45 მკმ ფორის ზომის სტერილური მემბრანული ფირები, რომლებიც გამოვიყენეთ წყლის ფილტრაციისათვის ბიორეაქტორში. განისაზღვრა წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზის მთავარი კომპონენტები - მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმები, საერთო კოლიფორული ბაქტერიები, ეშერიხია კოლი, პათოგენური მიკროორგანიზმები, მათ შორის Salmonella, Pseudomonas aeruginosa, Streptococcus faecalis. მიღებული შედეგები შეესაბამებოდა სტანდარტით განსაზღვრულ ნორმებს.

დადგინდა, რომ გაწმენდილ და გაუსუნებოვნებულ წყალში მიკროორგანიზმების რაოდენობა მტკვრის წყლის საწყის ნიმუშებთან შედარებით მნიშვნელოვნად ნაკლები იყო და შეესაბამებოდა სახელმწიფო სტანდარტით დადგენილ ნორმას. ულტრაფილტრაციული 0,01 მკმ ფორების ზომის მემბრანებით დამუშავებულ მტკვრის წყალში არ გამოვლინდა მიკროორგანიზმები.

### **10. შავი ზღვის წყლის მიკრობიოლოგიური კვლევა და ულტრაფილტრაციის მეთოდის გამოყენება საქართველოს საკურორტო ზონის ეკოლოგიურად სუფთა წყლით უზრუნველყოფისათვის.**

მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტში შესწავლილი იქნა შავი ზღვის ეკოლოგიური მდგომარეობა საქართველოს ტერიტორიის სანაპირო ზოლში და ქიმიური და მიკრობიოლოგიური მახასიათებლების გავლენა შავი ზღვის ეკოსისტემაზე. შავი ზღვა მსოფლიო ოკეანისგან მეტად იზოლირებული, დიდი ზომის მერომიქტული წყალსაცავია. წყლის ზედა ფენა ჟანგბადს ატმოსფეროდან იღებს, ხოლო 130-150 მეტრის ქვემოთ წყალი მდიდარია გოგირდწყალბადით. გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია იზრდება (9,5 მგ/ლ) 1000 მეტრის სიღრმემდე. გოგირდწყალბადის წარმომქმნელი ბაქტერიები დაახლოებით 10000 ტონა გოგირდს წარმოქმნიან დღის განმავლობაში. გოგირდწყალბადის გარდა შავ ზღვაში ვხვდებით ანაერობული ბაქტერიული წარმოშობის კიდევ ერთ აირს - მეთანს. მეთანი წარმოიქმნება არქეაქტერიების (Archaea) ცხოველმოქმედების შედეგად.

შავი ზღვის წყლების მყარი მასა შეიცავს მარილებს: NaCl, KCl, MgSO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub>, რომლებიც წყალში იმყოფება დისოცირებულ მდგომარეობაში შემდეგი იონების სახით: Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> და K<sup>+</sup>.

ჩამოთვლილი იონების პროცენტული თანაფარდობა შავი ზღვის წყლებში განსხვავებულია ოკეანის წყლებთან შედარებით. ორგანული ნაერთები შავ ზღვაში იმყოფება გახსნილ, კოლოიდურ და შეწონილ მდგომარეობაში.

მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის მიერ შავი ზღვის სანაპირო ზოლში აღებულ სინჯებზე ჩატარებული იყო მიკრობიოლოგიური კვლევა, რამაც აჩვენა ზღვის ფეკალური წყლებით დაბინძურება მდინარეთა ჩადინების ადგილებში.

დამუშავდა შავი ზღვის ზოლში საკურორტო ინფრასტრუქტურისათვის საცურაო აუზებისა და სასმელი წყლების სტერილიზაციის ულტრაფილტრაციული ტექნოლოგია. შესწავლილი და დადგენილი იქნა, შავი ზღვის წყლის ულტრაფილტრაციის შედეგად 0,01 მკმ სისქის ფოროვანი მემბრანებით წყლის მიკრობიოლოგიური გაწმენდა-გაუსუნებოვნების მეთოდი.

#### **11. პოლიმერული მემბრანების გამოყენება ღვინის გადამუშავების ტექნოლოგიურ პროცესებში.**

ნაშრომში განხილულია ინსტიტუტში შექმნილი აცეტილცელულოზას შერეული ეთერების განსხვავებული ფორის ზომის მქონე (0,2მკმ, 0,45მკმ, 0,8მკმ) საცდელი პოლიმერული მემბრანების გამოყენება ღვინის საფილტრაციოდ. მოცემულია ფაზური ინვერსიის მეთოდით მემბრანების მისაღებად ჩატარებული ეტაპები. შესწავლილია მიღებული მემბრანული ნიმუშების ზედაპირული ტოპოგრაფია, წარმადობები და ფორის ზომები. პირველ ეტაპზე, ღვინოში არსებული დიდი ზომის ნაწილაკების, კოლოიდური აგრეგატების მოსაცილებლად ღვინის წინასწარი დამუშავება განხორციელდა ღრმული ტიპის ფილტრებზე ფორის ზომით 10მკმ. შემდეგ ეტაპზე ჩატარდა ღვინის ფილტრაცია სხვადასხვა ზომის მემბრანული ნიმუშების ფილტრებზე და დადგინდა, რომ მიღებული მემბრანების გამოყენებით ღვინის საწყისი სიმღვრივე 0,2მკმ-ანი მემბრანაზე გაფილტვრისას მცირდება 20,35 NTU-დან 0,26 NTU-მდე, ხოლო 0,45მკმ და 0,8მკმ მემბრანებზე ფილტრაციისას შესაბამისად 20,35 NTU-დან 0,30 NTU-მდე და 20,35 NTU-დან 0,30 NTU-მდე. 0,2მკმ და 0,45მკმ ფორის ზომის მემბრანებზე გაფილტრულ ღვინის ნიმუშებში არ აღმოჩნდა საფუარები, ობის სოკო, რბემჯავა, ძმარმჯავა და კოლიფორმები.

### **7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში**

#### **7.1. მონოგრაფიები/წიგნები**

##### **1) ავტორი/ავტორები**

- 1.
- 2.

##### **2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN**

- 1.
- 2.

##### **3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა**

- 1.
- 2.

##### **4) გვერდების რაოდენობა**

- 1.
- 2.

#### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

#### **7.2. სახელმძღვანელოები**

##### **1) ავტორი/ავტორები**

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.3. კრებულები

1) ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

1. G.Bibileishvili, M. Kezherashvili, N.Gogesashvili, L.Kuparadze, L.Ebanoidze, M.Mamulashvili
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. Effect of the Temperature of the Non-Solvent on the Morphology of the Polymeric Membrane
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. European Journal of Scientific Research (EJSR)
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

1. გადაგზავნილია დასაბეჭდად
- 2.



### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

შესწავლილია არაგამხსნელის ტემპერატურის გავლენა Poly[*N,N'*-(1,3-phenylene)isophthalamide] და პოლიეთილენგლიკოლის ბაზაზე ფაზური ინვერსიის ტექნოლოგიის სველი მეთოდით მიღებული მემბრანების მორფოლოგიაზე, ფორის ზომებზე, მისი განაწილების სიხშირესა და ხვედრით წარმადობაზე.

კვლევის შედეგად აღმოჩენილი იქნა, რომ ფაზური ინვერსიის პროცესში არაგამხსნელის ტემპერატურის ცვლილებით მისი სიბლანტისა და გამხსნელი-არაგამხსნელის დიფუზიის კოეფიციენტის რეგულირება საშუალებას იძლევა მოხდეს მემბრანული აკვის მორფოლოგიისა და სტრუქტურის პროგნოზირება. დადგენილია, რომ პოლიმერული კომპოზიციის მაღალ ტემპერატურაზე გახსნის დროს ხსნარში მიღწევა ნაწილაკების ზომისა და დისპერსიულობის ხარისხის ისეთი განაწილება, რამაც განაპირობა ფორების განაწილების დიდი სიხშირისა (ფორიანობა) და მაღალი წარმადობის მქონე მემბრანების მიღება. მემბრანების მორფოლოგია და სტრუქტურა შესწავლილი იქნა მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით. პოლიმერულ კომპოზიციაში ნაწილაკების ზომების განაწილებისა და კონცენტრაციის მონიტორინგი ხორციელდებოდა ნანონაწილაკების ზომის, მასისა და Z-პოტენციალის განმსაზღვრელი ანალიზატორით. მემბრანის ფორის ზომები და ხვედრითი წარმადობა განისაზღვრა ექსპერიმენტის გზით ლაბორატორიულ დანადგარებზე. მიღებული მემბრანების კვლევის ყველა პროცესი განხორციელდა ლაბორატორიული მასშტაბებით.

## **8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა**

### **8.1. საქართველოში**

#### **1) მომხსენებელი/მომხსენებლები**

1. ბიბილეიშვილი გ.ვ., გოგესაშვილი ნ.ნ., კეჭერაშვილი მ.გ., მამულაშვილი მ.ა., ებანოიძე ლ.ო.
- 2.

#### **2) მოხსენების სათაური**

1. “პოლიმერული მემბრანების გამოყენება ღვინის გადამუშავების ტექნოლოგიურ პროცესებში“
- 2.

#### **3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი**

1. სსმმ აკადემიის აკადემიკოსის, პროფესორ გურამ ტყემალაძის 80 წლის იუბილესადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია “ინოვაციური კვლევის ასპექტები აგრარულ მეცნიერებებში”

20 ნოემბერი, 2021 წელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

განხილულია განსხვავებული ფორის ზომის მქონე (0,2მკმ, 0,45მკმ, 0,8მკმ) პოლიმერული მემბრანების მიღება და გამოყენება ღვინის საფილტრაციოდ. შესწავლილია, მიღებული მემბრანული ნიმუშების ზედაპირული ტოპოგრაფია, წარმადობები და ფორის ზომები. დადგენილია, რომ ღვინის ფილტრაციით მიღებული მემბრანული ნიმუშების ფილტრების გამოყენებით შესაძლებელია ღვინის საწყისი სიმღვრივის შემცირება 20,35 NTU-დან 0,26 -0,6NTU-მდე და ღვინოში არსებული საფუარების, ობის სოკოს, რძემჟავას, მმარმჟავას და კოლიფორმების მოცილება.

## **8. 2. უცხოეთში**

### **1) მომხსენებელი/მომხსენებლები**

- 1.
- 2.

2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

#### დამატებითი აქტივობები:

1. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ გამოცხადებული - ფუნდამენტური კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტების 2021წლის კონკურსში წარდგენილია ორი პროექტი:

ა) „ბუნებრივი წყლის ნანოფილტრაციული ნანოფოროვანი მასალების შექმნა-შესწავლა ჰიდროდინამიური პროცესებისათვის სითხეებში წყალბადური ბმებისა და ზედაპირული დაჭიმულობის ძალებთან ფუნქციონალური დამოკიდებულების გათვალისწინებით“, ხელმძღვანელი - ნანა გოგესაშვილი.

ბ) „ღვინისა და ბუნებრივი წყლის მიკრო-, ულტრაფილტრაციული ნანოფოროვანი მასალების შექმნა-შესწავლა ჰიდროდინამიური პროცესებისათვის ცვალებად ტემპერატურაზე წყალბადური ბმების ხსნარების სიბლანტესთან ფუნქციონალური დამოკიდებულების დადგენით“, ხელმძღვანელი - ლიანა ებანოძე.

ორივე პროექტმა გაიარა ყველა ეტაპი. საბოლოო შედეგები არ გამოქვეყნებულა.

2. მიმდინარე და მომავალ წელს, მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტში დაიგეგმა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტის 16 სტუდენტისათვის სასწავლო-საწარმოო-პრაქტიკული სამუშაოების ჩატარება ხელშეკრულების საფუძველზე (ბრძანება №01-08-15/545- 2021-2 28.06.2021), ფაზური ინვერსიული პროცესით მემბრანების შექმნისა და ბარომემბრანული პროცესების კვლევის სამუშაოებთან დაკავშირებით.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტში ჩატარდა: სემინარი - 3; ვორკშოპი - 2.

## საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი

### 2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის /ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება: **სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ი.ჟორდანია სახელობის საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი**

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) საქართველოს ბუნებრივი და ადამიანური (შრომითი) რესურსების პოტენციალის კვლევა და მისი რაციონალური გამოყენების დარგობრივი და რეგიონული პრობლემები

მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები (სამეცნიერო მიმართულებების კლასიფიკატორის მიხედვით): საბუნებისმეტყველო (გეოლოგია, ნიადაგმცოდნეობა, გეოფიზიკა, გეოქიმია, ჰიდროლოგია, ბიოლოგია), სოციალური მეცნიერებები (ეკონომიკა, სოციოლოგია, დემოგრაფია, გეოგრაფია, კულტუროლოგია). საინჟინრო მეცნიერებები (ბუნებათსარგებლობა, ეკოლოგია, გარემოს დაცვა, ენერგეტიკა, ინფორმატიკა, ბიოტექნოლოგია, სამრეწველო დარგები), აგრარული მეცნიერებანი.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები  
დაწყება - 2015 წ.  
დამთავრება - 2021 წ.

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. **ზურაბ ლომსაძე** - ცენტრის დირექტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი (პროექტის ხელმძღვანელი)
2. **ირაკლი ჟორდანია** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, აკადემიკოსი (პროექტის ხელმძღვანელი)
3. **თენგიზ ურუშაძე** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, აკადემიკოსი (მიწის რესურსები)
4. **ნოდარ ჭითანავა** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი (მიწის რესურსები)
5. **დავით გამეზარდაშვილი** - დირექტორის მოადგილე, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (ეკოლოგია)

6. **გიორგი მაღალაშვილი** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, გეოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი (მინერალური რესურსები)
7. **გივი თალაკვაძე** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი, საერთაშორისო და საქართველოს საინჟინრო აკადემიების და საქართველოს საზუნებისმეტყველო მეცნიერებათა აკადემიის წევრი (ინტეგრალური რესურსები)
8. **ოთარ ფარესიშვილი** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (რეკრეაციული რესურსები, მონაცემთა ბაზა))
9. **ქეთევან ვეზირიშვილი-ნოზაძე** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი (ენერგეტიკული რესურსები)
10. **ნოდარ მირიანაშვილი** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი (ენერგეტიკული რესურსები)
11. **ქეთევან მახარაძე** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (წყლის რესურსები)
12. **ჯემალ კაკულია** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (მინერალური რესურსები)
13. **თამაზ პატარქალაშვილი** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (ტყის რესურსები)
14. **ლაურა კვარაცხელია** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (რეკრეაციული რესურსები)
15. **ჯემალ მაჭავარიანი** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (მიწის რესურსები)
16. **ნოდარ გრძელიშვილი** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის აკადემიური დოქტორი (რეკრეაციული რესურსები)
17. **ანზორ სახვაძე** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (ადამიანური რესურსები)
18. **ედიშერ კვესიტაძე** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი (მინერალური რესურსები)
19. **იოსებ არჩვაძე** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (ინტეგრალური რესურსები)
20. **ივერი ახალბედაშვილი** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (მიწის რესურსები)
21. **ვახტანგ გელაძე** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, გეოგრაფიის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (წყლის რესურსები)
22. **ვაჟა ზევიძე** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (მიწის რესურსები)
23. **რუსუდან ფირცხალავა** - მეცნიერი თანამშრომელი, ინჟინერ-ქიმიკოსი (მიწის რესურსები, წყლის რესურსები)
24. **ვალენტინა მირზაევი** - მეცნიერი თანამშრომელი, ინჟინერ-ელექტრიკოსი (რეკრეაციული რესურსები, მონაცემთა ბაზა)

25. **ქეთევან სოლომონიშვილი** - მეცნიერი თანამშრომელი, ინჟინერ-არქიტექტორი (მონაცემთა ბაზა)
26. **მარატ ციციშვილი** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი (ეკოლოგია)
27. **იაკობ მესხია** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი (რეკრეაციული რესურსები)
28. **ლეო ჩიქავა** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი (ადამიანური რესურსები)
29. **ანტონ დვალაძე** - ინჟინერი (ინფორმაციული უზრუნველყოფა)
30. **ევა ტეფნაძე** - მთავარი სპეციალისტი (საბურალტო-ფინანსური ანგარიშგება)
31. **არჩილ ჯიქია** - უფროსი სპეციალისტი (სამეურნეო-ტექნიკური უზრუნველყოფა)
32. **ლალი ჩაგელიშვილი** - უფროსი სპეციალისტი (საქმის წარმოება, ბიბლიოგრაფია, ტექსტების რედაქტირება)
33. **გიორგი გაიხარაშვილი** - სპეციალისტი (პროგრამული უზრუნველყოფა)

### *პროექტის ანოტაცია*

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ბუნებრივი რესურსებისა და საწარმოო ძალების მართვის ოპტიმიზაცია და რაციონალური გამოყენება კვლავ რჩება ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების მნიშვნელოვან ფაქტორად.

ნებისმიერი სახელმწიფო ვალდებულია შეიმუშავოს და განახორციელოს გეგმაზომიერი, გამჭვირვალე პოლიტიკა ბუნებათსარგებლობის სფეროში, რათა თავიდან იქნეს აცილებული ბუნებრივი რესურსების არარაციონალური, მით უფრო მტაცებლური ექსპლუატაცია და რაც მნიშვნელოვანია, შენარჩუნებულ იქნეს ბიომრავალფეროვნება და მოსახლეობის სასიცოცხლო გარემოს მუდმივად გაჯანსაღების პოტენციალი.

თანამედროვე პირობებში, როცა გლობალიზაციის რთულ და წინააღმდეგობრივ პროცესში არსებული და ახალი მწვავე პრობლემების (მათ შორის კოვიდ-19-ის პანდემი-ით გამოწვეული) რთულ კვანძებად ფორმირება დაჩქარებული ტემპებით მიმდინარეობს, აუცილებელია ქვეყნის და მისი მხარეების (რეგიონების) სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების ისეთი სტრატეგიის განსაზღვრა, რომლის განხორციელებით მიღებული იქნება არსებული ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და საწარმოო ძალების ოპტიმალური განვითარების ხელშემწყობი (სამართლებრივი, სოციალურ-ეკონომიკური, ეკოლოგიური, ორგანიზაციულ-მმართველობითი და ა.შ.) გარემო.

ამ მიზნის განსახორციელებლად უპირველეს ყოვლისა საჭიროა ქვეყანაში არსებული რესურსული პოტენციალის კომპლექსური შესწავლა-შეფასება-ანალიზი მათზე მოთხოვნილების გათვალისწინებით, რესურსების ათვისების ღონისძიებათა განსაზღვრა და მათი თანმიმდევრულად (ეტაპობრივად) განხორციელება.

საქართველოს ბუნებრივი რესურსების მდგრადი განვითარებისათვის აუცილებელია მათი ინტეგრირებული მართვა და ბუნებრივი რესურსების შეფასება მის მოთხოვნილებასთან მიმართებაში. გარდა ამისა, აუცილებელია მეურნეობის/განსახ-ლების დაგეგმარება ბუნებრივი რესურსების ფაქტორის გათვალისწინებით და ქვეყნის მთელ ტერიტორიაზე მართვის ინოვაციური მოდელების გავრცელება.

2015-2021 წლებში 7-წლიანი პროექტის ფარგლებში შესრულდა 50-მდე სამეცნიერო-კვლევითი თემა ქვეყნის ბუნებრივი და ადამიანური (შრომითი) რესურსების რაციონალური, ეფექტიანი გამოყენების და საწარმოო ძალების განვითარების აქტუალურ პრობლემებზე, სხვადასხვა მიმართულებით, კერძოდ:

- შესწავლილია მიწის (სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების) გამოყენების ტენდენციები. კერძოდ, გაანალიზებულია მიწის, როგორც უნივერსალური ბუნებრივი რესურსისა და წარმოების ძირითადი ფაქტორის გამოყენების თანამედროვე მდგომარეობა. გამოვლენილია ძირითადი მახასიათებლები, რომლებიც ჩამოყალიბდა 1990-2020 წლებში სახელმწიფო მიწის ფონდის (სტრუქტურის) ცვლილებების შედეგად. ახსნილია მიზეზები (ფაქტორები), რომლებმაც განაპირობა მიწის რესურსების გამოყენების დაბალი დონე, ნიადაგის ნაყოფიერების დაცემა, სასოფლო-სამეურნეო მიწის ფართობების მკვეთრად შემცირება და შესაბამისად გავლენა საქართველოს მოსახლეობის სურსათით უზრუნველყოფაზე.

**გამოკვლევებით დადასტურდა, რომ თანამედროვე პირობებში მიწის რესურსული პოტენციალის კომპლექსური გამოყენება ეროვნული ეკონომიკის დაჩქარებული ტემპებით განვითარების საფუძველია, მიწასთან დაკავშირებული ურთიერთობების რეგულირება უნდა წარმართოს ეკონომიკის მართვის სახელმწიფო და საბაზრო მექანიზმების შეთანწყობით, მიწათმოწყობის ახალი სისტემის შექმნა, მიწის რესურსების ეფექტიანობის ამაღლებაში ფართოდ იქნეს გამოყენებული პროგნოზირებისა და სტრატეგიული მართვის თანამედროვე მეთოდები და სხვა.**

- შესწავლილია საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო მიწის სავარგულების მელიორაციის არსებული მდგომარეობა და შემუშავებულია შესაბამისი წინადადებები და რეკომენდაციები.

- შესრულებულია წინასწარი კვლევები ტყიბული-შაორის საბადოს ნახშირმემცველი არგილიტებისა და თიხების განმოყენებით სხვადასხვა დანიშნულების სამშენებლო მასალების წარმოების შესაძლებლობის დადგენის მიზნით.

- აღწერილი და გაანალიზებულია ქვეყანაში გავრცელებული აგრომადნების რესურსული პოტენციალი და მათი გამოყენების თანამედროვე მდგომარეობა. შემოთავაზებულია შესაბამისი რეკომენდაციები.

- ჩატარებულია კვლევები განახლებადი, არატრადიციული ენერგორესურსების რაციონალურად გამოყენების მიმართულებით, კერძოდ შესწავლილია ენერგოდამზოვი ტექნოლოგიების (თბური ტუმბოს დანადგარების) ქვეყნის სამრეწველო, ფერმერულ და კომუნალურ მეურნეობაში ფართოდ გამოყენების შესაძლებლობები. დამუშავებულია შესაბამისი რეკომენდაციები.

- მნიშვნელოვანი კვლევებია ჩატარებული მოსახლეობის დემოგრაფიული პრობლემებისა და ადამიანური (შრომითი) რესურსების რეგიონული თავისებურებების შესწავლის მიზნით. გაანალიზებულია ეკონომიკურად აქტიური მოსახლეობის დინამიკა, როგორც ქვეყნის მასშტაბით, ისე რეგიონების (მხარეების) მიხედვით. გაანგარიშებულია დემოგრაფიული დატვირთვის კოეფიციენტები. გამოვლენილია შრომითი პოტენციალის რეგიონული თავისებურებები და ა.შ.

- აღწერილი და დახასიათებულია ქვეყნის საკურორტო-რეკრეაციული რესურსები, მთის და ზღვის კლიმატური, ბალნეოლოგიური, ბალნეოკლიმატური, კლიმატო-ბალნეოლოგიური და პელოიდური კურორტები. შეფასებულია მათი სამკურნალო-სარეაბილიტაციო ფაქტორები (მათ შორის კოვიდ-19-თან მიმართებაში). გამოკვლეულია ტურისტული რესურსების სახეობები, შესწავლილია ტურიზმის განვითარების რესურსების კომპლექსური შეფასების მეთოდები და თავისებურებები, ტურიზმის რესურსული ბაზის შეფასების რეგიონული ასპექტები.

2.პროექტით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი თემატიკის შესრულების შედეგები

## 2.1.

1) მრავალწლიანი პროექტით გათვალისწინებული გარდამავალი თემების დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

**1. „საქართველოს მხარეების საწარმოო ძალების და ბუნებრივი რესურსების ელექტრონული საინფორმაციო პლატფორმის შემუშავება“.**

მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: საბუნებისმეტყველო (გეოლოგია, ნიადაგმცოდნეობა, ჰიდროლოგია), სოციალური მეცნიერებები (ეკონომიკა, სოციოლოგია, დემოგრაფია, გეოგრაფია, კულტუროლოგია). საინჟინრო მეცნიერებები (ბუნებათსარგებლობა, ეკოლოგია, გარემოს დაცვა, ენერგეტიკა, ინფორმატიკა, ბიოტექნოლოგია, სამრეწველო დარგები), აგრარული მეცნიერებანი.

**2. „ტყიბულ-შაორის ნახშირის საბადოს ნახშირშემცველი არგილიტებისა და თიხების შესწავლა თიხამიწის, ცეცხლმედეგი და სხვადასხვა სამშენებლო მასალების წარმოების შესაძლებლობის დადგენის მიზნით“.**

მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: გეოლოგია, სამთო და სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავება

2) თემის დაწყების და დამთავრების წლები

1. დაწყება - 2020 წ. დამთავრება - 2026 წ.
2. დაწყება - 2020 წ. დამთავრება - 2023 წ.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. **ზ.ლომსაძე** - ხელმძღვანელი  
**ო.ფარესიშვილი** - პასუხისმგებელი შემსრულებელი  
 თანაშემსრულებლები (მიმართულების ხელმძღვანელები):  
**ნ.ჭითანავა** - მიწის რესურსები  
**ქ.მახარაძე** - წყლის რესურსები  
**თ.პატარქალაშვილი** - ტყის რესურსები  
**გ.მაღალაშვილი** - მინერალური რესურსები  
**ნ.მირიანაშვილი** - ენერგეტიკული რესურსები  
**ქ.ვეზირიშვილი-ნოზაძე** - ენერგეტიკული რესურსები  
**ნ.გრძელიშვილი** - რეკრეაციული რესურსები  
**ლ.კვარაცხელია** - რეკრეაციული რესურსები  
**ა.სახვაძე** - ადამიანური (შრომითი) რესურსები  
**გ.თალაკვაძე** - ინტეგრალური რესურსები  
**ვ.მირზაევი** - მონაცემთა ბაზა  
**ქ. სოლომონიშვილი** - მონაცემთა ბაზა  
**გ. გაიხარაშვილი** - კომპიუტერული უზრუნველყოფა
2. **გიორგი მაღალაშვილი** - თემის ხელმძღვანელი  
**ჯემალ კაკულია** - პასუხისმგებელი შემსრულებელი  
**ანტონ დვალაძე** - კომპიუტერული უზრუნველყოფა

## ანოტაცია

კვლევითი პროექტით გათვალისწინებული გარდამავალი თემების 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ

### 1. „საქართველოს მხარეების საწარმოო ძალების და ბუნებრივი რესურსების ელექტრონული საინფორმაციო პლატფორმის შემუშავება“

ნებისმიერი ქვეყნისათვის აუცილებელია რესურსული პოტენციალის ობიექტური შეფასება და ეკონომიკურ ბრუნვაში ჩართვა ქვეყნის რეგიონების თანაზომიერი ეკონომიკური განვითარების უზრუნველსაყოფად. ქვეყნის სტაბილური განვითარება საჭიროებს რეგიონისა (მხარის) და საერთოსახელმწიფოებრივი ინტერესების თანხვედრასა და ადეკვატურ რეგულირებას. ამავ დროს, ქვეყნის ტერიტორიულ ერთეულებს ერთმანეთისაგან განსხვავებული ბუნებრივ-საწარმოო რესურსული პოტენციალი და სოციალური პირობები, სამეურნეო სპეციალიზაცია, მეურნეობის სტრუქტურა, გამოცდილება და სხვა თავისებურებანი გააჩნიათ.

ქვეყნის ბუნებრივი რესურსების შესახებ ინფორმაციის დამუშავება რეგიონების/მხარეების მიხედვით და შემდგომი განთავსება სპეციალურად შემუშავებულ ელექტრონულ პლატფორმაზე საშუალებას მოგვცემს მხარის/ქვეყნის რესურსული პოტენციალის შესახებ სრული ინფორმაცია ხელმისაწვდომი ფორმით მიეწოდოს ყველა დაინტერესებულ სუბიექტს, რაც ხელს შეუწყობს მხარის/ქვეყნის რესურსული პოტენციალის ეკონომიკურ ბრუნვაში აქტიურად ჩართვისთვის ადგილობრივი თუ უცხოური ინვესტიციების მოზიდვასა და მიზნობრივ გამოყენებას. ამასთან, ელექტრონული საინფორმაციო პლატფორმა საფუძვლად დაედება მხარეების/ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკურ-ეკოლოგიური განვითარების კომპლექსურ ანალიზს, პროგნოზებისა და მიზნობრივი პროგრამების ჩამოყალიბებას.

საანგარიშო პერიოდში ელექტრონული პლატფორმის შემუშავების ფარგლებში ჩატარდა სამუშაოები ქვემო ქართლის რეგიონისთვის საინფორმაციო სისტემის დასამუშავებლად, რომელშიც წარმოდგენილია ზოგადი ცნობები მხარის შესახებ, შეფასებულია ბუნებრივი და ადამიანური (შრომითი) რესურსების არსებული მდგომარეობა. გაანალიზებულია მხარის ეკონომიკური მაჩვენებლები და განვითარების ძირითადი მიმართულებები.

საქართველოს მხარეებს შორის ქვემო ქართლი ეკონომიკური თვალსაზრისით ერთ-ერთ ყველაზე განვითარებულია. აქ წარმოებული დამატებული ღირებულება სხვა მხარეების სამუშაო მაჩვენებელზე გაცილებით მაღალია, მაღალია ასევე ეკონომიკის დივერსიფიკაციის დონე. ბოლო წლებში ქვემო ქართლში განხორციელდა რამდენიმე მსხვილი უცხოური პირდაპირი ინვესტიცია, ძირითადად მძიმე, მომპოვებელ და სამთამადნო მრეწველობაში. ქ. რუსთავში, ფუნქციონირებს უცხოური ინვესტიციით შექმნილი რამდენიმე მსხვილი საწარმო.

ქვემო ქართლის ეკონომიკაში მრეწველობის სექტორს წამყვანი ადგილი უჭირავს. მხარეში მრეწველობა ძირითადად წარმოდგენილია წიაღისეულის მოპოვებით, მეტალურგიული და ქიმიური მრეწველობით, ცემენტის, სამშენებლო და მოსაპირკეთებელი ქვების წარმოებით, ენერგოგენერაციით და აგროწარმოებით.

თვითმმართველი ერთეულების მიხედვით, მრეწველობის ძირითად მაპროფილებელ მიმართულებებს წარმოადგენს: რუსთავში - გადამამუშავებელი მრეწველობა, ბოლნისში - სამთო-მომპოვებელი მრეწველობა, გარდაბანში - ელექტროენერჯის წარმოება, მებოსტნეობა და მესაქონლეობა, მარნეულსა და წალკაში - სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოება, დმანისში - მესაქონლეობა და რძის პროდუქციის წარმოება, ხოლო თეთრიწყაროში - ელექტროენერჯის, აირისა და წყლის წარმოება და განაწილება.

მართალია, უკანასკნელ წლებში შეიმჩნევა მრეწველობის სფეროს სტაბილური გაუმჯობესება, მაგრამ ის ჯერ კიდევ ბევრად სუსტადაა წარმოდგენილი რეგიონის რეალურ პოტენციალთან



შედარებით. მხარის აქტივებისა და რესურსების გათვალისწინებით, ქმედითი საინვესტიციო და ინფრასტრუქტურული პოლიტიკის პირობებში, ქვემო ქართლს მრეწველობის სექტორის განვითარებას მნიშვნელოვანი პოტენციალი გააჩნია.

ქვემო ქართლის მხარისთვის პრიორიტეტულია სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგი, კერძოდ მარცვლეულის მოყვანა, მებოსტნეობა, მსხვილფეხა და წვრილფეხა პირუტყვის მოშენება. სოფლის მეურნეობას ქვემო ქართლის ეკონომიკაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს. მხარის კლიმატური პირობები განსაკუთრებით ხელსაყრელია სოფლის მეურნეობის პროდუქციის წარმოებისთვის. მოსავლის მიღება შესაძლებელია წელიწადში 2-3-ჯერ, რაც განაპირობებს ქვემო ქართლის მაღალ კონკურენტუნარიანობას სხვა რეგიონებთან შედარებით.

ქვემო ქართლის რეგიონი მდიდარია წყლის რესურსებით - მდინარეებით, ტბებით, მიწისქვეშა მტკნარი წყლებით.

მხარის ეკონომიკისათვის ასევე მნიშვნელოვანია ტურიზმის განვითარება. ქვემო ქართლის ბუნებრივ-გეოგრაფიული პირობები, აგრეთვე ბუნებრივი, კულტურული და ისტორიული ძეგლები ქმნის რეგიონში ტურიზმის განვითარების შესაძლებლობას.

2021 წელს შესრულდა ქვემო ქართლის მხარის ბუნებრივი და ადამიანური რესურსების მონაცემთა ბაზისთვის ინფორმაციის მოპოვება და მისი სტრუქტურირება რესურსების სახეობების მიხედვით:

მიწის რესურსები - სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების სტრუქტურა, მათ შორის მუნიციპალიტეტებისა და საკუთრების ფორმის მიხედვით (სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, მრავალწლიანი ნარგავები, სათიბი, სახნავი, სამოვარი), სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები კატეგორიების მიხედვით.

წყლის რესურსები - ჰიდროგრაფია, მდგენელები, ძირითადი მდინარეები, სამელიორაციო ნაგებობები, წყლის რესურსები გამოყენება, ეკოლოგია.

ტყის რესურსები - ტყეების გეობოტანიკური დახასიატება, გავრცელება ჰორიზონტალური და ვერტიკალური სარტყელების მიხედვით, ტყის ფართობები, მოჭრილი ხეების მოცულობა, დაცული ტერიტორიები.

მინერალური რესურსები - ფერადი და ძვირფასი მეტალები, სამშენებლო მასალები, სამთოქიმიური ნედლეული, მინერალური წყლები.

ენერგეტიკული რესურსები - ჰიდრო, მზის და ქარის ენერგეტიკული რესურსები, მათი დახასიათება და განვითარების პერსპექტივები.

რეკრეაციული რესურსები - კურორტები და საკურორტო ადგილები, ისტორიულ-კულტურული ობიექტები, რეკრეაციული პოტენციალი.

ადამიანური რესურსები - მოსახლეობის რიცხოვნობა, თვითმმართველი ერთეულების, ქალაქისა და სოფლის მიხედვით, მოსახლეობის სქესობრივი და ასაკობრივი შემადგენლობა, უმუშევრობის დონის დინამიკა, მოსახლეობის ბუნებრივი მოძრაობის დინამიკა.

**2. „ტყიბულ-შაორის ნახშირის საბადოს ნახშირშემცველი არგილიტებისა და თიხების შესწავლა თიხამიწის, ცეცხლმედეგი და სხვადასხვა სამშენებლო მასალების წარმოების შესაძლებლობის დადგენის მიზნით“**

საქართველოში, რომელსაც ნახშირის საკმაოდ დიდი მარაგი გააჩნია, აუცილებელია შესაბამისი საბადოების რეაბილიტაცია, მათი სრულყოფილი ექსპლუატაციის მიზნით. დღეისთვის ამა თუ იმ მიზეზით ორი საბადო - ტყიბულ-შაორის ნახშირისა და ახალციხის მურა ნახშირის,

უმოქმედოა (პირველი 5 წლამდე იქნება, რაც არ მუშავდება, ხოლო მეორე თითქმის 40 წელია კონსერვაციაშია).

ტყიბულ-შაორის ნახშირის საბადო, ისევე როგორც საქართველოსში არსებული ქვანახშირის სხვა საბადოები - ბზიფი, ტყვარჩელი, მაგანა, ჭალა, გელათი მიეკუთვნება შუაიურული (ბათური) ასაკის ფორმაციას, რომელიც გაიდევნება აფხაზეთიდან საქართველოს ცენტრალურ (ანუ ოკრიბის ამაღლებამდე). ნახშირდაგროვება უკავშირდება ბათური ზღვის სანაპირო ზოლს, რომლის ფარგლებში არსებობდა იზოლირებული ლაგუნურ - დელტური მეჩხრული ზღვის აუზები.

ჯერ კიდევ საბჭოთა კავშირის არსებობის პერიოდში ზოგი ნახშირის საბადო, მათ შორის ტყიბულ-შაორის, სახელმწიფო დოტაციაზე იყო (მეთანის მაღალი შემცველობის, რთული ტექტონიკური აგებულებისა და სხვა მიზეზების გამო).

ასეთი საბადოები უნდა იქნეს განხილული, როგორც კომპლექსური ობიექტები, რომელთა აგებულებაში, გარდა ნახშირისა, მონაწილეობს მთელი რიგი ქანებისა, რომლებიც ადრე „ფუჭი ქანებად“ იყო ცნობილი (ტყიბულ-შაორის საბადოზე - არგილიტები, თიხები, ახალციხის საბადოზე - „შავი ბენტონიტები“, მამდიდრებელი ქარხნების „კუდები“, შლამი, ნამწვი, ნაცარი).

ამრიგად, ამგვარი ტიპის საბადოების კომპლექსური ათვისება უთუოდ გახდის მათ რენტაბელურს.

რა თქმა უნდა, ზოგი ასეთი ნედლეულის სახეობის მოპოვება-გადამუშავება მოითხოვს თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებას (მამდიდრებელი კომბინირებული სქემების დამუშავება-დანერგვა, ჰიდრომეტალურგია, ბიოტექნოლოგია, მიკრობიოლოგია და სხვა).

სწორედ, ამ თვალსაზრისით არის განხილული ტყიბულ-შაორის შესაძლო კომპლექსური ათვისება, რაც არა მარტო შეუწყობს ხელს ეკონომიკის განვითარებას, არამედ შეიძლება ბიძგი მისცეს ახალი დარგების ჩამოყალიბებას („ჰუმატების“ წარმოება, თანამდევ მიკროელემენტების - გერმანიუმის, ჰალიუმისა და სხვა).

როგორც სხვა, ასევე ტყიბულ-შაორის საბადოზე ნახშირის ფენების სახურავში, საგებში და ფენებშიორის დასტებში ხშირია ე.წ. „ფუჭი“ ან „გადასახსნელი“ ქანები, მათ შორის არგილიტები და თიხები. უკანასკნელი დიდი რაოდენობით ამოღებულია და დასაწყობებულია ტერიკონებად. ასევე დიდი რაოდენობითაა მამდიდრებელი ქარხნის „კუდები“, შლამები, ნაცარი. სწორედ, ასეთი „ფუჭი ქანების“ შესწავლა იყო 2021 წლის ეტაპის ძირითადი კვლევების მიზანი.

აღნიშნული „ფუჭი ქანები“ განხილულ უნდა იქნეს როგორც მრავალდარგობრივი კომპლექსური ნედლეული სხვადასხვა სახეობის პროდუქციის საწარმოებლად - ცეცხლმდეგი აგური, „მეტლახის“ ტიპის ფილა, თიხამიწა, ალუმინი და მისი შენადნობები (ფეროსილიკოალუმინი, სილუმინი, სიალონი), ცემენტი, „ჰუმატები“ და სხვა.

2021 წლის ეტაპის ამოცანად დასახული იქნა შესაბამისი ლაბორატორიული კვლევების ჩატარება, გარდა სუფთა გეოლოგიური სამეცნიერო კვლევებისა (არგილიტებში და თიხებში ალუმინის შემცველობის კორელაციური ანალიზი დასავლეთ-აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთ-სამხრეთის მიმართულებით). აღნიშნული კვლევების სრულად ჩატარება ვერ მოხერხდა, რადგან საბადოზე შახტები დახურულია, რის გამო წარმომადგენლობითი სინჯების აღება შეუძლებელი გახდა.

აღსანიშნავია, რომ საკვლევ სინჯებში ალუმინის ოქსიდის შემცველობა მოსალოდნელო შედარებით ნაკლები აღმოჩნდა (28-32%-ის ფარგლებში). ვინაიდან ალუმინის ოქსიდის შედარებით ნაკლები შემცველობის (24,8%) სინჯებმა დამაკმაყოფილებელი შედეგი მოგვცა, მით უფრო სავარაუდოა, რომ თუნდაც საშუალო შემცველობის (27-30%) სინჯების გამოყენების შემთხვევაში, უკეთეს შედეგს ველოდით.

2021 წელს ჩატარებული წინასწარი ლაბორატორიული კვლევების მონაცემებით ნაჩვენებია, რომ ტყიბულის თიხებისა და სასხორის საბადოს კირქვების კაზმი, გარკვეული კორექტივის შემდეგ, პერსპექტიულია ასევე ცემენტის საწარმოებლად, მაგრამ კვლევები უნდა გაგრძელდეს სხვა საბადოების კირქვების გამოყენებითა და აქტიური დანამატების შერჩევით.

სინჯი აღებულია კარიერზე, ხოლო ანალიზი ჩატარებულია ალ. თვალჭრელიძის სახ. კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტის ქიმიურ ლაბორატორიაში. ამ მიზნით მომავალ წელს გათვალისწინებულია მამდიდრებელი კვლევების ჩატარება (ბიოტექნოლოგიური, ქიმიური გამოტუტვა, კომბინირებული მეთოდები).

#### **წინასწარი დასკვნები და რეკომენდაციები:**

- ტყიბულის მუნიციპალიტეტში არსებული ნახშირშემცველი „ფუჭი“ არგილიტების, თიხების და მამდიდრებული ქარხნის ნარჩენების შლამისა და „კუდების“ ბაზაზე არსებობს პერსპექტივა, რათა შეიქმნას მთელი რიგი საწარმოო ობიექტი, სადაც შესაძლებელი გახდება ასობით მუშახელის დასაქმება;
- მნიშვნელოვანია „ფუჭი“ ქანების წინასწარი გამდიდრება (მაგნე ჩანართების - პირიტის, ქვიშაქვის და სხვ. მოცილება), გამდიდრების ოპტიმალური ტექნოლოგიის შერჩევა-შემუშავება, მრეწველობის სხვადასხვა დარგში (მეტალურგიაში, სამშენებლო ინდუსტრიაში და სხვა) გამოყენების დადგენა;
- ნახშირის მოპოვებას წინ უნდა უსწრებდეს ნახშირისა და შემცველი ქანების დეგაზაცია და ვენტილაცია, რისთვისაც საშახტო ველის ფართობზე ზედაპირიდან კვერშლაგებისა და შტრეკების გასწვრივ (აუცილებლად მარკშიდერის მიერ) საჭიროა მოხდეს ჭაბურღილების გაყვანა;
- მეტად პერსპექტიულია როგორც ნახშირის წვის, ასევე გამდიდრების შედეგად ნარჩენი მასალის - ნაცრისა და შლამის შესწავლა ორგანული სასუქის - ჰუმატისა და იშვიათი ელემენტების ამოკრეფის თვალსაზრისით;
- ტყიბული-შაორის ნახშირის ფენების საგები, სახურავი და ასევე ფენებშორისი, ე.წ. „ფუჭი“ ქანები - არგილიტები, თიხები მამდიდრებელი ქარხნის შლამი და „კუდები“, შეიძლება ჩაითვალოს მრავალპროფილურ ნედლეულად. მათი გამოყენების სფერო (ლაბორატორიულ დონეზე შესწავლის შედეგებზე დაყრდნობით) პრინციპულად დადგენილია (ცეცხლმედეგი მასალები, თიხამიწა, ალუმინი, ფეროსილიკოალუმინი, აგური, იატაკის ფილები, ცემენტის წარმოება და სხვა);
- პერსპექტივაშია ასევე სხვა შენადნობების (სილუმინის, სიალონის) და ნახშირის როგორც წვის (ნაცრის), ასევე გამდიდრების შედეგად ნარჩენის შლამისა და „კუდების“ შესწავლა ორგანული სასუქის-„ჰუმატისა“ და იშვიათი ელემენტების მიღების თვალსაზრისით; აღნიშნული ღონისძიებების განხორციელება ხელს შეუწყობს მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარებასა და ასეულობით მოსახლეობის დასაქმებას.

#### 2.2.

1) მრავალწლიანი პროექტით გათვალისწინებული 2021 წელს დასრულებული თემების დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

#### 1. „მიწის მართვის ორგანიზაციულ-ეკონომიკური მექანიზმის ფორმირება (კონცეპტუალურ-მეთოდოლოგიური მიდგომა)“.

მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: აგრარული მეცნიერებანი, სოფლის მეურნეობა, ნიადაგცოდნეობა, ეკონომიკა

2. „საქართველოს სასმელი წყლის რესურსები და მათი შიდა მოხმარების რაციონალიზაციის პრობლემები“.

მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: ჰიდროლოგია, წყლის რესურსები

3. „ხეტყის გამოზიდვის ტრადიციული და თანამედროვე ტექნიკური სისტემების შედარებითი შეფასება მთიან პირობებში“.

მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: მეტყევეობა

4. „კლიმატის ცვლილება, ენერგეტიკის წინაშე მდგარი გამოწვევები საქართველოში და მათი გადაჭრის გზები“.

მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: ენერგეტიკა

5. „ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების ძირითადი მიმართულებები: შეფასება და პროგნოზები“.

მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: რეკრეაცია, ტურიზმი

6. „ქვემო ქართლის რეგიონის შრომითი რესურსების განვითარების ტენდენციები და პერსპექტივები“.

მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: სოციოლოგია, დემოგრაფია

7. „საქართველოს ინტეგრალური რესურსები და მათი მართვის ოპტიმიზაცია (კონცეპტუალური მიდგომა)“.

მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: ეკონომიკა, ეკონომეტრიკა, ინდუსტრიული ურთიერთობები, ბიზნესი და მენეჯმენტი, ინჟინერია და ტექნოლოგიები

2) თემის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. დაწყება - 2020 წ. დამთავრება -2021 წ.
2. დაწყება - 2020 წ. დამთავრება -2021 წ.
3. დაწყება - 2021 წ. დამთავრება - 2021 წ.
4. დაწყება - 2021 წ. დამთავრება - 2021 წ.
5. დაწყება - 2018 წ. დამთავრება -2021 წ.
6. დაწყება - 2021 წ. დამთავრება - 2021 წ.
7. დაწყება - 2020 წ. დამთავრება -2021 წ.

3) თემაში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ნოდარ ჭითანავა - თემის ხელმძღვანელი  
ივერი ახალბედაშვილი - პასუხიმგებელი შემსრულებელი  
დავით გამეზარდაშვილი - პასუხიმგებელი შემსრულებელი  
რუსუდან ფირცხალავა - პასუხიმგებელი შემსრულებელი
2. ქეთევან მახარაძე - თემის ხელმძღვანელი  
რუსუდან ფირცხალავა - პასუხიმგებელი შემსრულებელი
3. თამაზ პატარქალაშვილი - თემის ხელმძღვანელი და პასუხიმგებელი შემსრულებელი
4. ზურაბ ლომსაძე - პროექტის მენეჯერი

ნოდარ მირიანაშვილი - თემის ხელმძღვანელი  
 ქეთევან ვეზირიშვილი-ნოზაძე - პასუხიმგებელი შემსრულებელი  
 დავით გამეზარდაშვილი - პასუხიმგებელი შემსრულებელი  
 ანტონ დვალაძე - კომპიუტერული მომსახურება

5. ნოდარ გრძელიშვილი - თემის ხელმძღვანელი  
 ლაურა კვარაცხელია - პასუხიმგებელი შემსრულებელი
6. ანზორ სახვაძე - თემის ხელმძღვანელი და პასუხიმგებელი შემსრულებელი
7. გივი თალაკვაძე - თემის ხელმძღვანელი და პასუხიმგებელი შემსრულებელი

კვლევითი პროექტით გათვალისწინებული 2021 წელს დასრულებული თემების ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

### 1. „მიწის მართვის ორგანიზაციულ-ეკონომიკური მექანიზმის ფორმირება (კონცეპტუალურ-მეთოდოლოგიური მიდგომა)“

ნაშრომში განხილულია მიწა, როგორც ბუნებრივი რესურსი, წარმოების ფაქტორი და უძრავი ქონება, მისი გამოყენების თავისებურებანი და თანამედროვე ტენდენციები (პოლიტიკური, სოციალური, სამართლებრივი, ეკოლოგიური ასპექტები). დასაბუთებულია, რომ მიწის რესურსების მართვის ეფექტიანი სისტემის ფორმირება ქვეყნის პოლიტიკური და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სტრატეგიული ამოცანაა. ამ კონტექსტში განხილულია მიწის მართვის პრინციპები, მეთოდები. ახსნილია ის გარემო პირობები (მიზეზები), რომლებიც ართულებენ მიწის რაციონალურად გამოყენებას. დასაბუთებულია, რომ სურსათზე მოთხოვნილების ზრდის ტენდენცია აქტუალურს ხდის სოფლის მეურნეობის გადასვლას მდგრადი განვითარების სისტემაზე, რომელსაც საფუძვლად დაედება FAO-ს მიერ განსაზღვრული სტრატეგიული მიმართულებები. ახსნილია მიწის რეფორმის წარუმატებლად ჩატარების მიზეზები (ფაქტორები). კერძოდ, სამართლებრივი (სათანადო საკანონმდებლო ბაზა არ იყო შექმნილი), ორგანიზაციული (კომპლექსურად არ იყო გააზრებული მიწის პრივატიზაციის პროცესი), ეკონომიკური (არ იყო გათვალისწინებული მიწების დაქუცმაცების, დატაცების საფრთხეები) და სხვ. ყოველივე ამან განაპირობა სასოფლო-სამეურნეო წარმოების დონის კატასტროფულად დაცემა. შესაბამისად, სასურსათო უსაფრთხოების რისკების ზრდა.

იმის გამო, რომ სახელმწიფოს სწორად არ ჰქონდა გაცნობიერებული მისი როლი სოციალისტური მეურნეობრიობის სისტემიდან თანამედროვე საბაზრო ურთიერთობებზე გარდამავალ პერიოდში (ის, რომ მიწის რესურსები მხოლოდ მის საკუთრებაში იყო), იგი გვერდზე გადაა და ფაქტობრივად მიწის რესურსები სახელმწიფო მართვის მიღმა დარჩა (დღემდე მიწის ბალანსი არ დგება).

ახსნილია საკუთრებით ურთიერთობებში არსებული მდგომარეობა, მიზეზები, რომლებიც ხელს უშლიან სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ეფექტიანობის ამაღლებას. ნაჩვენებია, რომ კერძო საკუთრების დეკლარირებამ, როცა წარმოებისა და შრომის ორგანიზაციაში თანამედროვე მეთოდების (ფორმების) გამოყენება თვითდინებაზე იყო მიშვებული, ბუნებრივია, ვერ უზრუნველყო მიწის რესურსების ეფექტიანად გამოყენება, დააჩქარა მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის გაჩანაგება, გააღრმავა დეინტეგრაცია.

სახელმწიფო აგრარული პოლიტიკის ცალმხრივობა, რომელიც ემყარებოდა საბაზრო ფუნდამენტალიზმის პრინციპებს და მიიჩნევდა, რომ ფორმირებადი საბაზრო მექანიზმები თავად

უზრუნველყოფდნენ განვითარებას, მიწის რესურსების სახელმწიფო მართვის მიღმა დაჩენის უმთავრესი ფაქტორი აღმოჩნდა.

მიწის რესურსების გამოყენების ტენდენციები გვიჩვენებენ, რომ რეფორმების წარუმატებლობაში ერთ-ერთი მთავარი მიზეზი იყო (არის) პროგნოზირებისა და სტრატეგიული მართვის (დაგეგმვის) როგორც თანამედროვე მენეჯმენტის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფუნქციის გაუცნობიერებლობა.

საბაზრო ურთიერთობების დანერგვის პროცესში წარმოქმნილი ახალი პრობლემების (მიწების ფრაგმენტაცია, მიწათმოწყობის მოშლა, დაგეგმვის უგულებელყოფა, კადრების მომზადების სისტემის მოშლა, კაპიტალის განიავება, შრომითი რესურსების მიგრაცია, მიწის (ნიადაგის) დეგრადაციის პროცესების გაღრმავება, სასურსათო უსაფრთხოების რისკების მზარდი ხასიათი და სხვა) გადაწყვეტას სჭირდება მიწის რესურსების მართვის ეფექტიანი ორგანიზაციულ-ეკონომიკური მექანიზმი. იგი რთული სისტემაა და წარმოადგენს მიწის რესურსებზე ზემოქმედების ერთმანეთთან დაკავშირებული პოლიტიკური, სამართლებრივი, ეკონომიკური, ორგანიზაციული, სოციალური, ეკოლოგიური და სხვა მეთოდების, ინსტიტუტების, სტიმულირების ფორმების ერთობლიობას, რომელთა მეშვეობით ხორციელდება რესურსების მართვის სუბიექტებსა და ობიექტებზე მიზანმიმართული ზემოქმედება ქვეყნის განვითარების მოცემულ ეტაპზე სახელმწიფოს მიერ განსაზღვრულ მიზნის მიღწევისათვის.

ქვეყანაში მიწის რესურსების გამოყენებაში არსებული მდგომარეობის ანალიზის საფუძველზე წარმოდგენილია მიწის რესურსების მართვის ორგანიზაციულ-ეკონომიკური მექანიზმის ფორმირების კონცეპტუალური და მეთოდოლოგიური მიდგომები. დასაბუთებულია, რომ ეკონომიკური გარდაქმნების პროცესი უნდა წარიმართოს მიზნობრივი პროგრამებით.

მიწის რესურსების მართვის ორგანიზაციულ-ეკონომიკური მექანიზმის სრულყოფის ღონისძიებათა კონტექსტში ნაშრომში განხილულია ორი ქვეთემა.

#### **ა) სასოფლო-სამეურნეო კოოპერაცია მიწის რესურსების მართვის სისტემაში (2021 წელი).**

სასოფლო-სამეურნეო კოოპერაცია თანამედროვე მსოფლიოში როგორც ეკონომიკური ურთიერთობათა უნიკალური ორგანიზაციულ-სამართლებრივი ფორმა წარმატებით ფუნქციონირებს. განსაკუთრებით დიდია მისი როლი საბაზრო ურთიერთობებზე გარდამავალ პერიოდში.

ნაშრომში განხილულია კოოპერაციის ფუნქციონირების პრინციპები, გამოცდილება, მრავალფეროვნება, ტიპები, როლი სოციალური პრობლემების გადაწყვეტაში, ეკონომიკის მდგრადი განვითარების სისტემაზე გადაყვანაში.

გაანალიზებულია საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო კოოპერაციის განვითარების თანამედროვე მდგომარეობა. ნაჩვენებია, რომ წარმოების ორგანიზაციის ეს ფორმა საწყის ეტაპზეა და მისი ფართოდ დამკვიდრების პროცესი წინააღმდეგობრივია (ძირითადად მენტალობის საფუძველზე). კოოპერაციის შესახებ კანონი ფაქტობრივად არ სრულდება. კოოპერატივების დიდი ნაწილი არ ფუნქციონირებს. კოოპერაციის განვითარების ხელშემწყობი ღონისძიებანი თანმიმდევრულად არ ხორციელდება.

ნაშრომში გაკეთებულია დასკვნა, რომ საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო კოოპერაციის განვითარებას ალტერნატივა არ აქვს. ამიტომ სახელმწიფოს როლი მკვეთრად იზრდება. მომავალში კოოპერაციის განვითარება ორგანიზებული უნდა იყოს დამატებული ღირებულების შექმნაზე, რაც ხელს შეუწყობს კონკურენტული გარემოს ჩამოყალიბებას, მატერიალური დოვლათის (სურსათის) წარმოების ზრდას (მიწის რაციონალური გამოყენება, თანამედროვე ტექნოლოგიების დანერგვა, წარმოების ფაქტორების მიზანმიმართულად და საზოგადოებრივი ინტერესების სასარგებლოდ გამოყენება, სოფლად საწარმოო ძალების განვითარების მასშტაბების გაფართოება და საბოლოოდ

ცხოვრების დონის ამაღლება). დასაბუთებულია, რომ მეორე დონის კოოპერატივების ჩამოყალიბება უნდა განხორციელდეს ეტაპობრივად და მიზანმიმართულად (საპილოტე კოოპერატივების შექმნის გათვალისწინებით).

იმის გათვალისწინებით, რომ ფერმერთა უმრავლესობა სკეპტიკურად არის განწყობილი კოოპერატივების მიმართ, საჭიროა სპეციალური პროგრამით განხორციელდეს ღონისძიებანი კოოპერაციის პოპულარიზაციისათვის. არსებული კოოპერატივების აქტივების ინვენტარიზაციის შედეგად უნდა განისაზღვროს მათი მიზნები და ორგანიზაციული სისტემა. შესაბამისად ხელი შეეწყოს კოოპერატივების რეგიონული თავისებურებების გათვალისწინებით ჩამოყალიბებას. კოოპერატივების განვითარება უნდა წარიმართოს სახელმწიფოს მიზნობრივი პროგრამებით.

გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრომ უნდა უზრუნველყოს კოოპერატივების განვითარებაში დაგროვილი გამოცდილების, ასევე ადგილობრივი თავისებურებების განზოგადება და შეიმუშავოს სასოფლო-სამეურნეო კოოპერაციის განვითარების გრძელვადიანი პროგრამა. მიზანშეწონილია შეიქმნას კოოპერატივების რეგიონული გაერთიანებები (ასოციაციები). შემდგომ ეტაპებზე ორიენტაცია უნდა იყოს აღებული ქვეყნის კოოპერატივების ფედერაციის (საბჭოს) წევრობაზე დაფუძნებული მართვის ორგანოს შექმნაზე. ასევე მიზანშეწონილია მიღებულ იქნას მთავრობის დადგენილება „სასოფლო-სამეურნეო კოოპერაციის განვითარების დამატებით ღონისძიებათა შესახებ“. მასში უნდა განისაზღვროს 2030 წლამდე პერიოდში (ორ ეტაპად - 2021-2025 წლები და შემდგომი პერიოდი) კოოპერაციის განვითარების პოლიტიკური, სოციალური, ეკონომიკური, ორგანიზაციული ღონისძიებების განხორციელება. სასურველია, გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ორგანიზაციულ სისტემაში შეიქმნას საჯარო სამართლის იურიდიული პირი - სასოფლო-სამეურნეო კოოპერაციის განვითარების სააგენტო, რომელსაც ექნება შესაბამისი სამსახურები რეგიონებში.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს სასოფლო-სამეურნეო კოოპერაციის საკრედიტო რესურსებით უზრუნველყოფას. ამ მიზნით დასაბუთებულია კოოპერაციული აგროსაკრედიტო ბანკის შექმნის მიზანშეწონილობა.

#### **ბ) საზღვარგარეთის (ევროკავშირის) ქვეყნების მიწის მართვის ეკონომიკური მექანიზმის გამოყენების გამოცდილება**

ნაშრომში განხილულია: სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების რაციონალურად გამოყენების გამოცდილება ევროკავშირის ქვეყნებში; სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის უცხოელებზე გასხვისებაზე დაწესებული შეზღუდვები ევროკავშირის ქვეყნებში; მიწის სტატუსი ევროკავშირის წევრ ქვეყნებში; რეგულაციები დაუმუშავებელი სასოფლო-სამეურნეო მიწების შესახებ საზღვარგარეთის ქვეყნებში.

**სამეცნიერო შრომის შემუშავებისას შესწავლილ იქნა სასოფლო-სამეურნეო მიწასთან დაკავშირებით ევროკავშირისა და საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ გამოცემული სარეკომენდაციო დოკუმენტები, ასევე, უცხო ქვეყნების გამოცდილება.**

გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის (FAO) მიერ შემუშავებულ „სახელმძღვანელო პრინციპებში“ ხაზგასმულია მიწის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ადამიანის ძირითადი უფლებების რეალიზაციის, სასურსათო უსაფრთხოების, სიღარიბის დაძლევის, მდგრადი საარსებო წყაროების, სოციალური სტაბილურობის, საბინაო უსაფრთხოების, სოფლის განვითარებისა და სოციალურ-ეკონომიკური ზრდისთვის.

**2017 წლის 18 ოქტომბერს ევროკომისიამ გამოაქვეყნა ოფიციალური საორიენტაციო დოკუმენტი 2017/C 350, სადაც კომისია აღიარებს სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის სპეციფიურ ხასიათს, მიიჩნევს, რომ იგი იშვიათი და ამოწურვადი რესურსია, რომელიც განსაკუთრებულ დაცვას საჭიროებს.**

საორიენტაციო დოკუმენტში აღნიშნულია, რომ წევრ ქვეყნებს აქვთ უფლება დააწესონ მკაფიოდ განსაზღვრულ მიზნებზე დაფუძნებული შეზღუდვები, რომლებიც უნდა ემსახურობდეს კონკრეტულ ქვეყანაში ფერმერული მეურნეობების სიცოცხლის უნარიანობის შენარჩუნებას, გადაჭარბებული ფასებით სპეკულაციის პრევენციას, მდგრადი და ეფექტური სოფლის მეურნეობის ხელშეწყობასა და განვითარებას.

საორიენტაციო დოკუმეტი 2017/C 350 შემუშავებულია ევროპის სასამართლოს (CJEU) მიერ დადგენილი პრაქტიკის საფუძველზე. ევროპის სასამართლო, აღიარებს რა სასოფლო-სამეურნეო მიწის სპეციფიურ ხასიათს, განსაზღვრავს საჯარო პოლიტიკის მიზნებს.

სამეცნიერო შრომის შემუშავებისას შესწავლილ იქნა ევროკავშირის სხვადასხვა ქვეყნების გამოცდილება. ქვეყნის უსაფრთხოების, გარემოს დაცვისა და სახელმწიფოს ეკონომიკური სტაბილურობის მიზნებიდან გამომდინარე, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწაზე უცხო ქვეყნის მოქალაქის ან იურიდიული პირის საკუთრების უფლების შეზღუდვას სხვადასხვა სახით ითვალისწინებს საზღვარგარეთის ქვეყნების კანონმდებლობა. ევროპის კავშირის ზოგიერთ წევრ სახელმწიფოში დაწესებულია შეზღუდვები ევროპის ეკონომიკური ზონის მიღმა მდებარე ქვეყნების მოქალაქეებისა და იურიდიული პირებისთვის, ასევე, ზოგიერთი სახელმწიფოს კანონმდებლობა ადგენს შეზღუდვებს ნებისმიერი უცხო ქვეყნის მოქალაქისა თუ იურიდიული პირის მიმართ.

## 2. „საქართველოს სასმელი წყლის რესურსები და მათი შიდა მოხმარების რაციონალიზაციის პრობლემები“

საქართველო მტკნარი წყლის რესურსის სიმდიდრით გამოირჩევა. სასმელი წყლების ერთ-ერთ ძირითად და უპირველეს წყაროდ მიჩნეულია მტკნარი მიწისქვეშა წყლები. მათი მარაგი 18კმ<sup>3</sup> ანუ 573 მ<sup>3</sup>/წმ-ია, რომლის საერთო რაოდენობის 63,4% დასავლეთ საქართველოზე მოდის, 24,1% - აღმოსავლეთზე, ხოლო 12,5% - სამხრეთ საქართველოზე. ქვეყანაში მრავლადაა მტკნარი მიწისქვეშა წყლების მძლავრი გამოსვლები წყაროების სახით, რომლებიც ხასიათდება მაღალი დებიტით, ჰიდროკარბონატული კალციუმ-მაგნიუმიანი შედგენილობით და დაბალი მინერალიზაციით. მტკნარი წყლების ბუნებრივი და საექსპლუატაციო რესურსების მხარეების მიხედვით განაწილების თანახმად ყველაზე მაღალი მაჩვენებლებით გამოირჩევა სამეგრელო-სვანეთისა (109 მ<sup>3</sup>/წმ) და მთათუშეთი-კახეთის (100 მ<sup>3</sup>/წმ) რეგიონები.

წყლის რესურსები ფართოდ გამოიყენება ქვეყნის ეკონომიკის ყველა დარგში. აღმოსავლეთ საქართველოში წყალმოხმარების მდგომარეობა საკმაოდ დაძაბულია, წყლის რესურსის შედარებითი სიმცირისა და მასზე მზარდი დატვირთვის გამო. შექმნილი მდგომარეობა მოითხოვს წყლით დეფიციტური ზონებისათვის დამახასიათებელი წყალდამზოგველი პოლიტიკის გატარებას, რისთვისაც მიზანშეწონილია განხორციელდეს წყლის გამოყენების მკაცრი კონტროლი და მართვად წყალმოხმარებაზე გადასვლა. 2018 წელს მთლიანი წყალაღება 2000 წელთან შედარებით შემცირდა 11,9%-ით. ხოლო მიწისქვეშა წყლის ობიექტებიდან წყალაღება გაიზარდა 21,8%-ით; გამოყენებული წყლის გაიზარდა 28%-ით; მ.შ. სასმელ-სამეურნეო საჭიროებაზე - შემცირდა 22,5%-ით. დასახლებული პუნქტების სასმელი და საყოფაცხოვრებო-კომუნალური წყლით უზრუნველყოფის ცენტრალიზებული წყალსადენების უმრავლესობა მიწისქვეშა წყლების ბაზაზეა მოწყობილი. სამწუხაროდ, წყალსადენის ქსელი ძირითადად მოძველებული და დაზიანებულია, მისი ეფექტიანობის კოეფიციენტი 0,3-0,4-ს არ აღემატება, რაც არა მარტო წყლის დიდ დანაკარგებს იწვევს, არამედ ზრდის სასმელი წყლის დაბინძურების საშიშროებასაც. წყალმომარაგების სისტემაზე მიერთებული მოსახლეობის რაოდენობა 2018 წელს 2015 წელთან შედარებით გაიზარდა 60,3%-ით და შეადგინა 65,8%, ხოლო წყალარინების (კანალიზაციის) ქსელზე მიერთებული



მოსახლეობის რაოდენობა - 4,6 %-ით და შეადგინა 48,6%. საქართველოს ქალაქებიდან ყველაზე დიდი წყალმომხმარებელი თბილისია, რომლის საყოფაცხოვრებო საჭიროებაზე გამოყენებოდა საერთო კომუნალური წყალმომხმარების 70-73%. თბილისის მოსახლეობის მიერ წყლის 24 საათიანი მოხმარება ერთ სულ მოსახლეზე 1000 ლ-ს შეადგენს. წყლის დანაკარგები ტრანსპორტირებაზე 2018 წელს მთლიანად აღებული წყლის 43,7% -ს შეადგენდა. პერსპექტივაში საჭიროა განხორციელდეს დასახლებული პუნქტების ცენტრალიზებული წყალმომარაგება.

საქართველოს წყლის რესურსის რაციონალურად გამოყენებისა და ეროვნული მეურნეობის მდგრადი განვითარებისათვის მიზანშეწონილია წყლის რესურსების სააუზო მართვის სისტემაზე გადასვლა და წყლის დეფიციტის ან სიჭარბის შეფასება წყალზე მოთხოვნილებასთან მიმართებით, რაც საქართველოს ევროკავშირთან თანამშრომლობის ერთ-ერთ პრიორიტეტულ სფეროს განეკუთვნება.

სამუშაოში სათანადო ყურადღება ექცევა კახეთის რეგიონის სასმელ-სამეურნეო წყლის რესურსების რაციონალურ გამოყენებას. დასახულია ღონისძიებები რეგიონის წყალმომარაგების სისტემების გაუმჯობესების მიზნით. კახეთის წყლის რესურსები ძირითადად წარმოდგენილია მდინარეების - იორისა და ალაზნის, მათი შენაკადების ქსელით და მიწისქვეშა წყლებით. წყლის რესურსების განაწილება მუნიციპალიტეტების მიხედვით არათანაბარია. ადგილზე გენერირებული წყლის რესურსების რაოდენობით გამოირჩევა ახმეტის მუნიციპალიტეტი.

წყლის რესურსების ათვისებაში ძირითად საფრთხეებს წარმოადგენენ: გლობალური დათბობა, გაუდაზნოების პროცესი და მეორადი დაჭაობება. ცვალებადი ხდება წყლის დებიტი, მდინარეთა რეჟიმი, ნალექების რაოდენობა და წყლის ქიმიური მახასიათებლები.

მსოფლიოს მასშტაბით სუფთა სასმელ წყალზე გაზრდილი მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად შესაძლებელია, რომ საქართველო, მათ შორის კახეთი, გახდეს სასმელი წყლის ექსპორტიორი.

სამუშაოში განხილულია საქართველოს სასმელი წყლის ექსპორტის შესაძლებლობები. საქართველოს გრუნტის წყლების სამრეწველო პოტენციალია - 301 მ<sup>3</sup>/წმ-ში. საქართველოს მიწისქვეშა მტკნარი წყლის მარაგები აღემატება 605 მლნ მ<sup>3</sup>/დღე-ღამეში, ანუ 203 მლრდ მ<sup>3</sup>/წელიწადში. არსებული ინფორმაციით, ევროპის ქვეყნებს სასმელი წყლის დეფიციტის დასაფარად წელიწადში დასჭირდება 120 მლნ მ<sup>3</sup> მტკნარი წყალი. ეს საქართველოს არსებული მარაგების მხოლოდ 5%-ია. ამ მხრივ ინტერესს წარმოადგენს კახეთის რეგიონი.

### **3. „ხეტყის გამოზიდვის ტრადიციული და თანამედროვე ტექნიკური სისტემების შედარებითი შეფასება მთიან პირობებში.“**

მთის ტყეების ექსპლოატაცია, დაცვა და განახლება პრობლემატურია მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში, ვინაიდან აქ მოზარდი ტყეები ხშირად განიცდიან უკონტროლო ექსპლოატაციას რასაც როგორც წესი მოსდევს გარე სამყაროსათვის ისეთი უარყოფითი, ხშირად კი გამოუსწორებელი შედეგები როგორცაა: ნიადაგის ეროზია, ნიაღვრები, წყალმოვარდნები, ქვათაცვენა, ზვავები და სხვა. ამიტომ ამ უარყოფითი შედეგების თავიდან ასაცილებლად მთის ტყეების ექსპლოატაცია უნდა ეყრდნობოდეს წინასწარ დაგეგმილ და შეთანხმებულ მეცნიერულ პრინციპებს რომლებსაც ითვალისწინებს ტყეების მდგრადი განვითარება. ტყის ჭრისა და გამოზიდვის ოპერაციები ისე უნდა იყოს დაგეგმილი, რომ უზრუნველყოფილი იყოს ჭრაგავილი ფართობების გარანტირებული რეგენერაცია. ამჟამად არსებულ ხეტყის გამოზიდვის ტრადიციულ სისტემებთან ერთად დამოიყენება ახალი, ტექნიკურად უფრო მაღალი წარმოების მქონე მანქანა-იარაღები და აგრეგატები როგორც მიწისზედა, ისე საჰაერო დანიშნულების. ამიტომ მხოლოდ ადგილობრივმა მეტყევე

სპეციალისტებმა და ამ დარგში მომუშავე მეცნიერებმა უნდა გადაწყვიტონ რომელ ჭრის სისტემებსა და მანქანა-იარაღებს უნდა მიენიჭოს უპირატესობა ამა თუ იმ ტყის ფართობზე, მოზარდი ტყის ჯიშების, ფერდობის ექსპოზიციის, დაქანების სიმკვემთის პირობებში ტყეების ექსპლოატაციისა და ტექნიკური საშუალებების შერჩევა უნდა მოხდეს იმგვარად, რომ გარანტირებული იყოს ტყეების მდგრადი განვითარების ძირითადი მოთხოვნები.

ხეტყის გამოზიდვის ტრადიციულმა და თანამედროვე მეთოდების შედარებითმა ანალიზმა დაგვანახა მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები, თუმცა ყველა დროის პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ მიწისზედა ტყისსაზიდი გზები ყოველთვის რჩებოდა გრძელ მანძილებზე ხეტყის გამოზიდვის ძირითად საშუალებად მსოფლიოს უმეტეს ქვეყნებში. თანამედროვე ტექნიკური საშუალებები როგორცაა შვეულმფრენები და მობილური საბაგრო დანადგარები უფრო მეტად გამოყენებადია პირწმინდა ჭრების დროს, მეტწილად წიწვოვან ტყეებში როდესაც ჭრების დამთავრების შემდეგ ხდება ტყეკაფის ხელოვნური აღდგენა ტყის კულტურების საშუალებით. ასეთი ტექნოლოგიის დროს ჭრაგავლილი ფართობი დაცულია უარყოფითი ეკოლოგიური პროცესებისაგან. მაგრამ ასეთი ტექნოლოგია მეტად ძვირია და მისაღებია მხოლოდ მდიდარი, განვითარებული ქვეყნებისთვის.

#### 4. „კლიმატის ცვლილება, ენერგეტიკის წინაშე მდგარი გამოწვევები საქართველოში და მათი გადაჭრის გზები (ენერგეტიკა)“

კლიმატის ცვლილებისათვის დამახასიათებელი მოვლენები დედამიწაზე განსაკუთრებით შესამჩნევი გახდა გასული საუკუნის 90-იანი წლებიდან და ყოველწლიურად უფრო და უფრო მძაფრ ხასითს იღებს, რაც დიდ ზიანს აყენებს პლანეტას (როგორც ეკოლოგიას, ისე ეკონომიკას და მოსახლეობას). უნდა აღინიშნოს, რომ მსოფლიოში კლიმატური ცვლილებების ინტენსიფიკაციის პერიოდი დაემთხვა საქართველოში მიმდინარე პოლიტიკურ-ეკონომიკურ ძვრებს და მათთან დაკავშირებულ ენერგეტიკულ კრიზისს, რამაც დიდად შეუწყო ხელი ტყიანი საფარის განადგურებას და ბუნებრივი რესურსების უკონტროლო გამოყენებას. ამან კი, თავის მხრივ, გაამძაფრა ბუნების ექსტრემალური მოვლენების მავნე შედეგები.

სამწუხაროდ, გლობალური დათბობის შედეგები დიდხანს მოგვაყენებს ზიანს იმ შემთხვევაშიც კი, თუ მოხერხდა მისი შეჩერება, რისთვისაც უდიდესი ძალისხმევა იხარჯება მთელი მსოფლიოს მიერ. არსებული მდგომარეობისა და მისი პერსპექტივაში განვითარების გაუთვალისწინებლობას შეუძლია მრავალი უსიამოვნო სიურპრიზის მოწყობა. ამიტომ უპრიანია განვიხილოთ ენერგეტიკის განსაკუთრებული როლი კლიმატის მიმდინარე და მოსალოდნელი ცვლილების კონტექსტში.

მსოფლიოს მრავალი ქვეყანა და მათ შორის საქართველოც, უკვე დგას კლიმატის ცვლილების შედეგების სერიოზული ანალიზისა და საკუთარი განვითარების გეგმებში სათანადო კორექტირების შეტანის აუცილებლობის წინაშე. ეს არის საკმაოდ შრომატევადი სამუშაო, რომელიც უნდა განხორციელდეს ეტაპობრივად და უნდა მოიცავდეს კლიმატის ცვლილების შედეგად წარმოქმნილი გამოწვევების ანალიზისა და მათი გადაჭრის სტრატეგიული კურსის დასახვას.

ამ მხრივ, უპირველეს ყოვლისა ყურადღებას მოითხოვს ენერგეტიკის სფერო, რომელსაც პირდაპირი კავშირი აქვს ატმოსფეროში სათბურის გაზების კონცენტრაციისა და, აქედან გამომდინარე კლიმატის ცვლილებასთან.

დღესდღეობით, საქართველოში სახელმწიფო პოლიტიკის გამტარებელი სტრუქტურა ენერგეტიკის სფეროში ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროა, ხოლო გარემოს დაცვის სამინისტრო, თავისი შესაბამისი ერთეულით (ჰიდრომეტეოროლოგიული და კლიმატის ცვლილების სამართველო), მუშაობს კლიმატის ცვლილების პრობლემატიკაზე, პასუხისმგებელია ქვეყნის პოლიტიკაზე კლიმატის ცვლილების დარგში და კლიმატის ცვლილების კონვენციის

პრინციპების გატარებაზე ქვეყანაში. მხოლოდ ამ ორი სამინისტროს ჩართულობით, თანამშრომლობით არ შეიძლება დაიდლოს ენერგეტიკის სფეროში კლიმატთან მიმართებაში არსებული და მომავალში შესაძლო პრობლემები, ყველა ენერგეტიკოსი და მკვლევარი უნდა იღებდეს მონაწილეობას ამ ურთულეს და მეტად პრობლემატურ პროცესში.

ენერგეტიკის განსაკუთრებულ როლს კლიმატის ცვლილების პრობლემის განხილვისას განაპირობებს მისი უნივერსალური ხასიათი და ზეგავლენა ეკონომიკის პრაქტიკულად ყველა სფეროზე. კლიმატის ამჟამინდელი ცვლილება გამოწვეულია ანთროპოგენული ფაქტორებით, კერძოდ, ადამიანის ინტენსიური ინდუსტრიული საქმიანობით, ხოლო ენერგეტიკა საფუძვლად უდევს ყოველგვარ საწარმოო პროცესს, იგი ლიდერობს ეკონომიკის ყველა სექტორებს შორის სათბურის გაზების გაფრქვევაში. გლობალური სათბურის გაზების 65% ენერგეტიკაზე მოდის. „ენერგეტიკული“ სათბურის გაზების ძირითადი წყარო წიაღისეული საწვავის მოხმარებაა, რომლის შედეგად წარმოშობილი ნახშირორჟანგი შეადგენს ლომის წილს სათბურის გაზების გლობალურ ემისიაში. ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია 2018 წლისათვის 35%-ით იყო მომატებული მე-19 საუკუნის შუა წლების ანუ პრე-ინდუსტრიულ დონესთან შედარებით. ეს მატება განსაკუთრებით მკვეთრია ბოლო წლებში და 1995-2018 წლებში შეადგენდა წელიწადში 1,9 ppmv (parts per million in volume).

ამრიგად, კლიმატისა და ენერგეტიკის ურთიერთმიმართება შეიძლება განვიხილოთ ორი ასპექტით:

ენერგეტიკის მიერ კლიმატური სისტემისათვის შექმნილი პრობლემები და კლიმატის ცვლილების შედეგად ენერგეტიკისათვის შექმნილი გამოწვევები.

ენერგეტიკის განვითარება ზრდის სათბურის გაზების ემისიებს, რაც იწვევს კლიმატის ცვლილებას, ხოლო კლიმატის ცვლილება ზრდის ენერჯის მოხმარებას და ამით გამოწვევებს უყენებს ენერგეტიკას, რადგან მოითხოვს უფრო და უფრო მეტ ენერგეტიკულ რესურსს. ეს კი მთელი სიმწვავით აყენებს ენერგეტიკული უსაფრთხოების პრობლემას მთელს მსოფლიოში.

ასეთი უკუკავშირი კიდევ უფრო აშკარას ხდის ენერგეტიკის სექტორის განსაკუთრებულ როლს კლიმატის ცვლილების პრობლემის მოგვარებაში, როგორც სათბურის გაზების მითიგაციის, (ანუ კლიმატის ცვლილების შერბილება), ისე კლიმატის ცვლილებისადმი ადაპტაციის კუთხით.

ენერგეტიკასთან დაკავშირებული პრობლემის გადაჭრის სირთულე მდგომარეობს იმაში, რომ:

1. არ შეიძლება სათბურის გაზების ემისიის შემცირება ენერგეტიკის „დასუსტების“ ხარჯზე, რადგან ეს სავალალოდ აისახება ეკონომიკაზე;

2. კლიმატის ცვლილების მიმდინარე დონისათვის ადექვატური ენერგომოხმარება (გათბობა, გაგრილება, დამატებითი ხარჯები ყველა სექტორში წარმოქმნილი „კლიმატური“ პრობლემების დასარეგულირებლად) არამარტო საშიშია (ენერგოუსაფრთხოების თვალსაზრისით), არამედ შეუძლებელიც კი ხდება პერსპექტივაში, კლიმატის ცვლილების თანდათანობითი გამძაფრების პირობებში.

ამრიგად, საკითხი დგას ასე: როგორ უნდა დავძლიოთ განსაკუთრებულად ზრდადი ენერგომოხმარების პრობლემა სათბურის გაზების ემისიის შეზღუდვის პირობებში.

ენერჯის მოხმარების განუხრელი ზრდის შეთავსება სათბურის გაზების შემცირების ამოცანასთან არის რთული, მაგრამ დაძლევადაი ამოცანა. მოქნილი სექტორული პოლიტიკის შემუშავება და გატარება ეროვნული სპეციფიკების მაქსიმალური გათვალისწინებით არის ერთადერთი გამოსავალი შექმნილი მდგომარეობიდან.

ზოგადად, საქართველო წარმოადგენს კლიმატის ცვლილების კონვენციის 1-ელ დანართში არსებულ ქვეყანას, რაც მას აყენებს გარკვეულ წილად „შედავითან“ პირობებში კონვენციის მოთხოვნების შესრულებისას: ქვეყანას არ აქვს სათბურის გაზების ემისიის შემცირების

რაოდენობრივი ვალდებულებები და კონვენციისადმი ანგარიშგების (ეროვნული შეტყობინებები, მკაცრი პერიოდულობისა და მათი ფინანსური უზრუნველყოფის) ვალდებულებები.

ამის გარდა, საქართველო ზოგიერთ სხვა ქვეყანასთან ერთად იმყოფება განსაკუთრებით „მომგებიან“ მდგომარეობაში სათბურის ეროვნული გაზების ემისიის რაოდენობის თვალსაზრისით: ჯერ ერთი, საქართველოს წილი მსოფლიო ემისიებში მიზერულია, მეორეც გასული საუკუნის უკანასკნელი ათწლეულის პოლიტიკური და ეკონომიკური კატაკლიზმების შედეგად შექმნილი ეკონომიკური კოლაფსის შემდეგ მკვეთრად დაცემული დონე სათბურის გაზების ემისიების ტოვებს „მარაგს“ საბაზისო 1990 წლის დონემდე, ანუ ქვეყანას აქვს „უფლება“- ჯერჯერობით არ შეზღუდოს თავისი ემისიების ზრდა.

თუმცა, მიუხედავად ასეთი ერთი შეხედვით „კომფორტული“ ვითარებისა, საქართველოში მაინც მთელი სიმწვავით დგას ეროვნული განვითარების გეგმებში კლიმატის ცვლილების „განზომილების“ გათვალისწინების აუცილებლობა. პირველ რიგში ეს ეხება ამ მოვლენის მავნე შედეგების გამოვლინებების მზარდ ინტენსიფიკაციას ქვეყანაში ექსტრემალური მოვლენების, მიწის დეგრადაციის, სეზონური ცვლილებების, ნალექიანობის რეჟიმის შეცვლის, ექსტრემალური ტემპერატურების ზრდის, ზღვის დონის აწევის და მრავალი სხვა მოვლენების სახით, რაც ქმნის კლიმატის ცვლილებისადმი ადაპტაციის ღონისძიებების სასწრაფოდ გატარების აუცილებლობას.

##### **5. „ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების ძირითადი მიმართულებები: შეფასება და პროგნოზები“**

ტურიზმის განვითარება თანამედროვე პირობებში ახალ მასშტაბებს იძენს და რიგი თავისებურებებით ხასიათდება. საქართველოს მდგრადი ეკონომიკური ზრდისთვის სათანადო პირობების შექმნა და რეგიონების დაბალანსებული სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების უზრუნველყოფა სახელმწიფოსათვის მნიშვნელოვან გამოწვევას წარმოადგენს. მოსახლეობის გაჯანსაღება და დასვენების ორგანიზება წარმოადგენს გამყვანი ტურიზმის ალტერნატივას (განსაკუთრებით მიმდინარე პანდემიის პირობებში) და ხელს უწყობს ტურისტული მომსახურების ტერიტორიული ბაზრის განვითარებას.

ტურიზმი და რეკრეაცია საქართველოს რეგიონებში სულ უფრო მნიშვნელოვანი ხდება. შიდა ტურიზმის განვითარება გახდა სახელმწიფოს მნიშვნელოვანი ამოცანა.

ცივილიზებულ სამყაროში ეკონომიკური განვითარების თანამედროვე ეტაპზე განსაკუთრებული მნიშვნელობა ქვეყნის რესურსული პოტენციალის რაციონალურ გამოყენებას ენიჭება. საზოგადოებასა და ბუნებრივ გარემოს შორის კავშირურთიერთობების პრობლემა საზოგადოებრივი ურთიერთობების განვითარების თავისებურებათა შესწავლის განსაკუთრებული ასპექტია და ამდენად, თეორიისა და პრაქტიკის განუყოფელი შემადგენელი ნაწილი. ბუნების დააცვა, მისი რესურსების ოპტიმალური და ეფექტიანი გამოყენება შეიძლება განხილული იქნეს სოციალურ-ეკონომიკური, პოლიტიკური და სხვა სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის ამოცანათა ჰარმონიული გადაწყვეტის კონტექსტში.

საქართველოში ეფექტიანი რეგიონული ეკონომიკური პოლიტიკის შემუშავებისა და რეალიზაციის პროცესში უდავოდ პრიორიტეტულ მნიშვნელობას იძენს ქვეყნის რეგიონების ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის თავისებურებათა გათვალისწინება, ვინაიდან მისი ზეგავლენის ხარისხი (საწარმოო ძალები და ტერიტორიების რაოდენობა, ხარისხი და შეხამება) განსაზღვრავს ტერიტორიის, რეგიონის ბუნებრივ-რესურსულ პოტენციალს, რომელიც თავის მხრივ მოსახლეობისა და სამეურნეო საქმიანობის განლაგების მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს. ბუნებრივი რესურსების მდიდარი წყაროების ათვისება ხელს უწყობს მსხვილი სამრეწველო

ცენტრების წრმოქმნას, სამეურნეო კომპლექსებისა და ეკონომიკური რაიონების ჩამოყალიბებას. ბუნებრივ რესურსული პოტენციალი დიდ ზეგავლენას ახდენს რეგიონის საბაზრო სპეციალიზაციისა და შრომის ტერიტორიულ დანაწილებაზე. ამასთანავე ბუნებრივი რესურსების მოპოვებისა და გამოყენების ხასიათი ზეგავლენას ახდენს რეგიონული განვითარების ეკონომიკურ ზრდასა და ტემპებზე.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ რეგიონული ეკონომიკის მნიშვნელოვანი მიმართულებაა ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის განსაზღვრა, მისი ტერიტორიული შეთანწყობის ეკონომიკური ეფექტიანობის საკითხების გამოვლენა და რეგიონის სოციალურ-ეკონომიკურ კომპლექსში მისი რაციონალური და დაბალანსებული გამოყენების პრობლემების განზოგადება.

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს რეგიონული ტურიზმის ეკონომიკური განვითარების სხვადასხვა ასპექტის ამსახველი სამეცნიერო პუბლიკაციების საკმაო რაოდენობა, ყურადღებას იქცევს რეგიონული ტურიზმის განვითარების რესურსული პოტენციალის განსაზღვრის თეორიულ-მეთოდოლოგიური საკითხები. ამასთან დაკავშირებით, ტურიზმის რესურსული ბაზის ეფექტიანი მართვის მიზნით, ნაშრომში განხილულია ტურისტული რესურსების განსაზღვრის (შეფასების) ცნობილი მიდგომების სისტემატიზაციის, ტურიზმის განვითარების რესურსების შეფასების მეთოდოლოგიის საკითხები. ნაჩვენებია, რომ ტურისტული რესურსების გამოყენების ეფექტიანობის ამაღლებისა და ტურიზმის მართვის სფეროში მომზადებისა და მხარდაჭერის გადაწყვეტილებების მიღების სისტემა ამჟამად საჭიროებს შემდგომ დახვეწას. საქართველოში ტურიზმის განვითარების სწორად დაგეგმვისთვის აუცილებელია ტურიზმის განვითარების არსებული რესურსების კომპლექსური შეფასება, რაც შესაძლებელს გახდის უფრო სრულად გათვალისწინებული იქნეს როგორც ბუნებრივი, ასევე ისტორიულ-კულტურული პოტენციალი, საერთოდ, რეგიონში ტურისტული საქმიანობის არსებული შესაძლებლობანი.

ტურიზმის განვითარების რეგიონული და მუნიციპალური მიზნობრივი პროგრამების ღონისძიებების მეცნიერული დასაბუთება ხელს შეუწყობს მიმზიდველი რეგიონების გამოვლენას ინვესტიციების მოსაზიდად, შესაძლებელს გახდის ფინანსური საშუალებების რაციონალურ და ეფექტიან ხარჯვას, ტურიზმის განვითარებით მთლიანი რეგიონული პროდუქტის ზრდას.

რეგიონის ტურიზმის განვითარების კომპლექსური შეფასების მეთოდიკა შეიძლება გამოყენებული იქნეს საქართველოს სხვადასხვა რეგიონის ტურისტული პოტენციალის ეფექტიანი გამოყენების ანალიზისთვის, შეფასების იმ კრიტერიუმებისა და პარამეტრების წონის ახსნის გათვალისწინებით, რომლებიც განპირობებულია რეგიონების ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებისა და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების თავისებურებებით.

საქართველოს რეგიონების ტურიზმის რესურსული ბაზის შეფასებასა და განვითარებასთან დაკავშირებული საკითხების რთული კომპლექსი ჯერ-ჯერობით არ არის ყოველმხრივ და დეტალურად გაშუქებული.

ნაშრომის მიზანია საქართველოს რეგიონული ტურიზმის განვითარების რესურსული ბაზის ფორმირების პერსპექტივებისა და თანამედროვე ტენდენციების კვლევების, ტურიზმის განვითარების რესურსების შეფასების თეორიისა და პრაქტიკის განხილვა და გაანალიზება უახლესი მიდგომების გათვალისწინებით.

## 6. „ქვემო ქართლის რეგიონის შრომითი რესურსების განვითარების ტენდენციები და პერსპექტივები“

ნაშრომში გაანალიზებულია ქვემო ქართლის შრომითი რესურსების განვითარების ტენდენციები და მისი დემოგრაფიული (სქესობრივ-ასაკობრივი) სტრუქტურა, ასევე მათი

გამოყენების პერსპექტივები. განხილულია ქვემო ქართლის სოციალურ-ეკონომიკური და დემოგრაფიული განვითარების თავისებურებები, რომლებიც სხვადასხვა ეპოქაში განსხვავებულად მიმდინარეობდა.

2020 წლის 1 იანვრის მდგომარეობით, სულ, ქვემო ქართლში ცხოვრობდა 434,2 ათასი ადამიანი, რაც საქართველოს მოსახლეობის 11,7 პროცენტია. ქვემო ქართლის, ისევე როგორც მთლიანად საქართველოს დემოგრაფიული მდგომარეობა განსაკუთრებით გაუარესდა პოსტსაბჭოთა პერიოდში, რაც გამოწვეული იყო ეკონომიკური მდგომარეობის მკვეთრი დაცემით და როგორც შედეგი, მას ახლდა შობადობის დონის შემცირება და შრომითი ემიგრაციის მაღალი ტემპები.

მუნიციპალიტეტების მიხედვით ქვემო ქართლის მოსახლეობა უთანაბროდაა განაწილებული, რაც გამოიხატება 1 კმ<sup>2</sup>-ზე მოსახლეობის განსხვავებული სიმჭიდროვით. ყველაზე მჭიდროდ დასახლებული ქ. რუსთავის მუნიციპალიტეტი (2046,2 კაცი 1 კმ<sup>2</sup>-ზე), ხოლო ყველაზე მეჩხრად კი დმანისის (16,2 კაცი 1 კმ<sup>2</sup>-ზე) მუნიციპალიტეტი.

ქვემო ქართლში, ისევე როგორც სხვა აგრარულ რეგიონებში, მთელი მოსახლეობის საერთო რაოდენობაში სჭარბობენ სოფლად მცხოვრებნი, რომლებთაგანაც უმეტესობა ქალია. რაც შეეხება ქვემო ქართლის მოსახლეობის ასაკობრივ შემადგენლობას, ის მნიშვნელოვნად გადაბერებულია (გაეროს კლასიფიკაციით თუ 65 წელს გადაცილებულთა წილი მთელ მოსახლეობაში შეადგენს 7%-ს, ერი იმყოფება დაბერების საწყის ეტაპზე, ქვემო ქართლში კი ეს მაჩვენებელი 11,2%-ია).

ეკონომიკურ-დემოგრაფიული თვალსაზრისით, ქვემო ქართლში შრომისუნარიან ასაკში იმყოფება მთელი მოსახლეობის 67,7%, რომლებიც სხვადასხვაგვარი ეკონომიკური აქტიურობით გამოირჩევიან. 15 წლისა და უფროსი ასაკის მოსახლეობაში 2019 წელს ეკონომიკური აქტიურობის დონე 67,5%-ს, დასაქმების დონე 57,7%-ს, ხოლო უმუშევრობის დონე კი 14,6%-ს შეადგენდა, რაც დასაქმებულებს შორის თვითდასაქმებულთა საკმაოდ მაღალი წილითა და უმუშევრობის აღრიცხვის სპეციფიკით იყო განპირობებული.

ქვემო ქართლის დემოგრაფიულ განვითარებაზე გავლენას ახდენს მისი მოსახლეობის ბუნებრივი და მიგრაციული მოძრაობის დინამიკა, რაც აისახა კიდევ მხარის მოსახლეობის საერთო რაოდენობის კლებაზე პოსტსაბჭოთა პერიოდში. მიუხედავად ამისა, ქვემო ქართლი, საქართველოს ერთ-ერთი ყველაზე მრვალრიცხოვანი რეგიონია და ამიტომაც ბუნებრივია, რომ აქ 15 წლისა და უფროსი ასაკის მოსახლეობაც საკმაოდაა. 2018 წელს ქვემო ქართლში 15 წლის და უფროსი ასაკის 328,4 ათასი ადამიანი ცხოვრობდა, რომელიც ყოველწლიურად, თითქმის შეუმჩნეველად, ძალიან უმნიშვნელო დიაპაზონში ვარირებდა. მთელი საანალიზო პერიოდის განმავლობაში მათი მაქსიმალური მნიშვნელობა იყო 2006 წელს 347,1 ათასი, ხოლო მინიმალური 2018 წელს 328,4 ათასი, ანუ ვარიაციის გაქანება შეადგენდა 18,7 ათას კაცს, რაც 15 წლიანი საანალიზო პერიოდისთვის ძალზე უმნიშვნელოა.

ანალოგიური დინამიკა იყო დამახასიათებელი ეკონომიკურად აქტიური მოსახლეობისთვისაც, რომელთა ოდენობაც კიდევ უფრო ვიწრო დიაპაზონში (11,9 ათასი) იცვლებოდა.

დასაქმებულთა რიცხვის მიხედვით, ქვემო ქართლი მესამე ადგილზეა თბილისისა და იმერეთის რეგიონების შემდეგ. მათი ოდენობა მთელი საანალიზო პერიოდის (2003-2019 წწ.) განმავლობაში დაახლოებით 200 ათასი კაცის ფარგლებში მერყეობდა.

ქვემო ქართლში, ისევე როგორც ყველა აგრარულ რეგიონში, დასაქმებულებს შორის თვითდასაქმებულები სჭარბობდნენ დაქირავებით დასაქმებულებს. 2019 წლის მონაცემებით 194,6 ათასი დასაქმებულიდან მხოლოდ 76,8 ათასი იყო დაქირავებით დასაქმებული, ხოლო გაცილებით მეტი, 117,8 ათასი კი თვითდასაქმებული.

უმუშევართა რაოდენობამ, საანალიზო პერიოდის ბოლო ოთხი წლის (2016-2019 წწ.) განმავლობაში საგრძნობლად მოიმატა და 2019 წელს 33,2 ათასი კაცი შეადგინა. უმუშევართა რიცხვის ასეთი დინამიკა უდავოდ ნეგატიური მოვლენაა და ხელისუფლების მხრიდან სათანადო ყურადღებას საჭიროებს, მით უფრო, რომ იმავე 2016-2019 წლებში, ქვემო ქართლში სწორედ თვითდასაქმებულთა რაოდენობამ იკლო, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ უარესდება რეგიონის დასაქმებისა და, შესაბამისად, ეკონომიკური ზრდის მაჩვენებლები.

დასაქმებულთა და უმუშევართა რიცხოვნობების ამგვარმა დინამიკამ, ბუნებრივია, ასახვა ჰპოვა უმუშევრობის, აქტიურობისა და დასაქმების დონეთა დინამიკაშიც. მთელი საანალიზო პერიოდის (2003-2019 წწ.) განმავლობაში უმუშევრობის დონემ თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას 2018 წელს მიაღწია და 15,3% შეადგინა, მაშინ როცა, ამ მაჩვენებლის მინიმალური დონე თითქმის ორჯერ ნაკლები იყო ამავე საანალიზო პერიოდის დასაწყისში, როდესაც ის (2003 წელს) 7,7%-ს უდრიდა, რაც გარკვეული სიგნალიც შეიძლება იყოს ამ მხარის ეკონომიკური მდგომარეობის განვითარების ნეგატიური ტენდენციის წარმოსადგენად.

ქვემო ქართლის რეგიონის მოსახლეობის აქტიურობის დონის დინამიკისთვის უფრო ციკლური ხასიათის ცვლილებები იყო დამახასიათებელი, ვიდრე დასაქმების დონისთვის, რომელიც უფრო მეტი სტაბილურობით ხასიათდებოდა. აქტიურობის დონე 2003 წელს შეადგენდა 65,3%-ს, 2019 წელს კი 67,5%-ს, დასაქმების დონე 2003 წელს იყო 60,3%, ხოლო 2019 წელს 57,7%. სხვა რაიმე გამოკვეთილ ტენდენციებს ქვემო ქართლის მოსახლეობის ეკონომიკური აქტიურობის დინამიკაში პრაქტიკულად ადგილი არ ჰქონია.

ნაშრომში ასევე დიდი ყურადღება ეთმობა რეგიონის სოციალურ-ეკონომიკური ცვლილებების განმაპირობებელ დემოგრაფიულ ფაქტორებსა და მათ მოსალოდნელ ტენდენციებზე მსჯელობას. აღნიშნულია, რომ პოსტსაბჭოთა საქართველოში შექმნილი, არცთუ სახარბიელო, დემოგრაფიული მდგომარეობის გამოსწორების მიზნით, აუცილებელია შემუშავდეს ქვეყნის ერთიანი, გრძელვადიანი სახელმწიფო დემოგრაფიული პოლიტიკა, რომლის წარმატებით განხორციელებასაც ხელს შეუწყობს, ცალკეული რეგიონის სოციალურ-ეკონომიკური და დემოგრაფიული განვითარების თავისებურებათა გათვალისწინება.

## **7. „საქართველოს ინტეგრალური რესურსები და მათი მართვის ოპტიმიზაცია (კონცეპტუალური მიდგომა)“**

ხაზგასმულია, რომ მსოფლიოში დასასრულს უახლოვდება ახალი რეალობის ფორმირების პირველი ეტაპი. მის დასაწყისად უნდა მივიჩნიოთ გასული საუკუნის 80-იანი წლების ბოლოს საბჭოთა კავშირის, იუგოსლავიისა და სოციალისტური ბანაკის ქვეყნების უმეტესი ნაწილის არსებობის დასრულება და შემდგომი უპრეცედენტო მოვლენები - ნიუ-იორკში მსოფლიო სავაჭრო ცენტრის „მოულოდნელი“ განადგურება, ევროპისთვის მომაკვდინებელი მიგრაციული პოლიტიკისა და „მულტიკულტურალიზმის“ პროცესების დაგეგმილზე გაცილებით მძლავრი და დაჩქარებული განვითარება, კოვიდ-19 პანდემიის გლობალური გავრცელება, საერთაშორისო ურთიერთობების სფეროში განსაკუთრებით ბოლო პერიოდში განვითარებული ექსტრაორდინარული მოვლენები.

დაფიქსირდა ახალი გლობალური რეალობის მთავარი მახასიათებლები - კაცობრიობის განვითარების ეკონომიკური, პოლიტიკური, ეკოლოგიური და ფსიქო-ფიზიოლოგიური პროცესების განვითარების ერთიან გლობალურ პროცესად ფორმირება.

ამ პროცესის დაპროექტება, მისი რეალიზაციისათვის აუცილებელი პირობების შექმნა და თავად მისი განხორციელება, მთელი რიგი მკაფიოდ გამოხატული ფაქტორების გამო, ვერ

ჩაითვლება ბუნებრივ, განვითარების შინაგანი ლოგიკისა და კანონზომიერებათა ბაზაზე ევოლუციურად განვითარებად ფენომენად. ბოლო 30-35 წლის საერთაშორისო მასშტაბის ისტორიული ძვრები და მათი პირველადი ანალიზიც კი - ამის მკაფიო დასტურია.

ამავე დროს, მკაფიოდ გამოიკვეთა გლობალური განვითარების მიმდინარე ეტაპის ძირითადი ტრენდი - **ინტეგრალური რესურსების ფაქტორის მკვეთრი ამაღლება და მისი გადაწყვეტი ზემოქმედება უკლებლივ ყველა სახის გლობალურ პროცესებზე.** ინტეგრალური რესურსების ტრადიციული კომპონენტები: საწარმოო ძალები, ბუნებრივი და მატერიალური რესურსები - თავისთავად ვეღარ განიხილებიან პოლიტიკური გავლენების, ეკონომიკური ზრდისა და მაღალი სოციალური სტანდარტების მიღწევის ერთადერთ უმთავრეს ფაქტორებად. **პირიქით - მათი მფლობელი სახელმწიფოები, სახელმწიფოთა გაერთიანებები, სამხედრო კავშირები ასეთი რესურსების მძევლები ხდებიან, რადგან ძირითადი ძალისხმევა მიმართული იქნება მათ მფლობელობაში არსებული რესურსებისადმი აგრესიული ინტერესების ფორმირების და მათი განხორციელების მიმართ წინააღმდეგობის გაწევაზე და არა რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და ოპტიმალური მართვის უზრუნველყოფაზე.**

წინამდებარე დასკვნები განკუთვნილია რესურსული პოლიტიკის და ინტეგრალური რესურსების პრობლემებისადმი ღრმა და სისტემური მიდგომებისა და ახალ, არატრადიციულ ხედვებზე დაფუძნებული მსჯელობის დაწყებისთვის, რის გარეშე შეუძლებელი იქნება თანამედროვე მოვლენებისა და პროცესების გაანალიზება და ეფექტიანი მართვა, ისევე, როგორც მომავლის მოვლენებისა და პროცესების პროგნოზირება მშვიდობიანი თანაარსებობისა და მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად.

კაცობრიობის განვითარებამ მკაფიოდ გამოხატული ანიზოტროპული ხასიათი მიიღო, რაც ახალი კონფლიქტების, რასიზმის, სეგრეგაციის, დემოკრატიული ინსტიტუტების მნიშვნელოვანი შესუსტების მიზეზი შეიძლება აღმოჩნდეს. ამ პირობებში **განსაკუთრებული ყურადღება და ძალისხმევაა საჭირო ყოველი ქვეყნისათვის მხოლოდ მისთვის გამოსადეგი განვითარების მაქსიმალურად კონკრეტიზირებულ მოქმედებათა პროგრამის ჩამოყალიბებასა და რეალიზაციისათვის.**

ასეთი პროგრამების საკვანძო საკითხია ქვეყნის განვითარების პრიორიტეტების განსაზღვრა და მათი რეალიზაციის უზრუნველყოფი ინტეგრალური რესურსების მართვისა და გამოყენების ოპტიმალური სქემებისა და რეჟიმების შემუშავება.

2021 წლისთვის მსოფლიოში 252 ქვეყანაა, მათ შორის გაეროს წევრი - 193, დამკვირვებელი - 2, ნაწილობრივ აღიარებული - 6, არაღიარებული - 6, სხვადასხვა სტატუსის მქონე - 45. ყოველი მათგანისათვის, განურჩევლად მოსახლეობის რაოდენობის, ტერიტორიის, ეკონომიკური და სოციალური განვითარების დონისა და პოლიტიკური წყობის - ძირითად პრიორიტეტებს ქვეყნისა და მისი მოსახლეობის **უსაფრთხოებისა და განვითარების უზრუნველყოფა წარმოადგენს.** წარმატებას ის ქვეყნები მიაღწევენ, რომლებიც შეძლებენ თავისი მიზნებისა და სურვილების და საკუთარ შესაძლებლობათა და უნარების დაბალანსებას, ანუ მდგრადი განვითარებისათვის პირობების ჩამოყალიბებას, რაც **ბევრად არის დამოკიდებულია მათი ინტეგრალური რესურსების სტრუქტურასა და მახასიათებლებზე.**

რესურსების ტრადიციული კლასიფიკაციები წლების განმავლობაში უცვლელია. ხდება მხოლოდ ზოგიერთი რესურსის დასახელების კორექტირება და შინაარსის დაზუსტება.

მაგრამ დრომ, კაცობრიობის განვითარების ხასიათმა, სამეცნიერო-ტექნოლოგიურმა პროგრესმა, უძლიერესმა პოლიტიკურმა და სოციალურმა ძვრებმა და განსაკუთრებით **რესურსების განვითარების საბაზო ფაქტორად ჩამოყალიბებამ**, დღის წესრიგში დააყენა ასეთი კლასიფიკაციების დაზუსტების, გაფართოების, შინაარსობრივი კონკრეტიზაციისა და რაც მთავარია - **რესურსების**



**მრავალსახა თვისებებისა და პარამეტრების მიხედვით ადეკვატური ასახვისა და რანჟირების აუცილებლობა.**

**3. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები არ არის**

3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

**4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები არ არის**

4.1.

1)

გარდამავალი(მრავალწლიანი)პროექტისდასახელებამეცნიერებისდარგისადასამეცნიერომიმართულებისმითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი,დამფინანსებელიორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის*

*ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

4.2.

1)

დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელებამეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მი  
თითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების  
შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

5. პატენტები: არ არის

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

#### 1) ავტორი/ავტორები

1. ნ. ჭითანავა
- 2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. **„გლობალური გამოწვევები ერთპოლუსიან მსოფლიოში საქართველოს ეკონომიკის ტრანსფორმაციის ხილული და უხილავი პრობლემები“.** ISBN 978-9941-8-3566-7
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, 2021 წ. გამოცემლობა „ივერიონი“.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

1. 360 გვერდი
- 2.

### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 1. **„გლობალური გამოწვევები ერთპოლუსიან მსოფლიოში საქართველოს ეკონომიკის ტრანსფორმაციის ხილული და უხილავი პრობლემები“**

ნაშრომში გაანალიზებულია ეროვნული ეკონომიკის ტრანსფორმაციის 30 წლიანი გამოცდილება, მიზეზ-ფაქტორები, რომლებმაც განაპირობეს ქვეყნის პოლიტიკური, სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების ზიგზაგისებური ხასიათი, კონტრასტული ნიშანთვისებები, საზოგადოებაში ინტერესების დაპირისპირების პროცესები, კორონავირუსის ეპიდემიით გამოწვეული პრობლემები.

მონოგრაფიაში ვრცლად განხილულია საქართველოს ბუნებრივი რესურსული პოტენციალის გამოყენების თავისებურებები და ტენდენციები. დასაბუთებულია, რომ მიწის რესურსების მართვა სახელმწიფოსა და საზოგადოების მხრივ სისტემურად გაცნობიერებული და მიზანმიმართული ზემოქმედებაა მიწის გამოყენების პროცესთან დაკავშირებულ ურთიერთობებზე და მოიცავს ბუნებრივ-ბიოლოგიურ, სოციალურ-ეკონომიკურ, ტექნოლოგიურ, სამართლებრივ, ორგანიზაციულ ასპექტებს.

ქვეყანაში მიწის რეფორმა წარუმატებლად ჩატარდა, რამაც დააჩქარა ეკონომიკური კრიზისი. გაჩანაგდა მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა, მსხვილი ფართობები დაქუცმაცდა. 2004 წლის 1 იანვრისათვის კერძო საკუთრებაში გადაცემული იყო 948,8 ათასი ჰა მიწის ფართობი (ქვეყნის საერთო ფართობის 12,5%, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების - 25,3%, მათ შორის: სახნავის - 54,6%, მრავალწლიანი ნარგავების - 68%, სათიბის - 30%, საძოვრის - 4,7%).

ამ პერიოდისათვის კერძო საკუთრებაში მიწა მიიღო 1110,8 ათასმა კომლმა. აქედან ყოფილი სასოფლო-სამეურნეო საწარმოების მუშაკებია 82%, განათლების, კულტურის, ჯანმრთელობის სფეროს მუშაკებია - 5,5%, მრეწველობის, ტრანსპორტის და სხვა სფეროს მუშაკები - 11,56%.

განალიზებულია წარმოების სხვა ფაქტორების (შრომა, კაპიტალი, მეწარმეობრივი უნარი, ინტეგრირებული ცოდნა, ეკონომიკის სახელმწიფოებრივი რეგულირება) გავლენა მიწის რესურსების გამოყენებაზე. გაკეთებულია დასკვნა, რომ მიწის დაცვისა და ნაყოფიერების ზრდას ყურადღება არ ექცევა, მიწათმოწყობა მოშლილია, სასოფლო-სამეურნეო კოოპერაცია არ ვითარდება, სოციალური პრობლემები მწვავედება. წარმოების ფაქტორები არაეფექტიანად გამოიყენება. ყოველივე აღნიშნული განაპირობებს იმას, რომ ამჟამად შექმნილი საბაზრო პრინციპებზე ფუნქციონირებადი სოციალურ-ეკონომიკური სისტემა არაეფექტიანია.

თანამედროვე პირობებში მიწის, როგორც უნივერსალური ბუნებრივი რესურსისა და წარმოების ძირითადი ფაქტორის როლი მნიშვნელოვნად იზრდება. საქართველოში მიწა (ფართო გაგებით) წარმოადგენს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს რესურსს, რომლის ეფექტიანად გამოყენებაზე იქნება დამოკიდებული ქვეყნის პოლიტიკური, სოციალურ-ეკონომიკური-ეკოლოგიური განვითარების დონე. ამიტომ, მრავალ გამოწვევებს შორის მიწის რაციონალური გამოყენება ის მთავარი რგოლია, რომლის ამოწვევით შესაძლებელი გახდება მთელი ჯაჭვის (ეროვნული ეკონომიკის) ამოწვევის ხელსაყრელი პირობების შექმნა. საჭიროა სახელმწიფოს (მთავრობას) ჰქონდეს მიწის ისეთი პოლიტიკა, მისი მართვის ისეთი ეფექტიანი სისტემა, რომ შეიქმნას ხელშემწყობი გარემო მიწის რესურსული პოტენციალის სოციალურ-ეკონომიკური-ეკოლოგიური განვითარების დაჩქარების ძირითად ფაქტორად გამოყენებისათვის. ეს ხელს შეუწყობს სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის რაციონალურ გამოყენებას (სასურსათო უზრუნველყოფის მყარი საფუძვლის მომზადებას), სასარგებლო წიაღისეულის რესურსების თანამედროვე ტექნოლოგიებით გადამამუშავებას (მრეწველობის ძირითადი დარგების განვითარებას), სასოფლო-სამეურნეო ნედლეულის გადამამუშავებას (კვების, მსუბუქი მრეწველობის და სხვა შესაბამისი დარგები), რეკრეაციული რესურსების ეფექტიანად გამოყენებას (ტურიზმის, საკურორტო მეურნეობის განვითარება), საცხოვრისი სივრცის გაჯანსაღებას. მიწის, როგორც გეოეკონომიკური ფაქტორის მიზნობრივად (სტრატეგიის შესაბამისად) გამოყენებას, როგორც ტერიტორიის (მეზობელ ქვეყნებთან ურთიერთობების) სასაზღვრო ნაწილის (სახელმწიფო საზღვრის) ქვეყნის ინტერესების შესაბამისად გამოყენებას და ა.შ. ამრიგად, მიწის, როგორც ბუნებრივი რესურსისა და წარმოების ფაქტორის კომპლექსური და რაციონალური გამოყენება უნდა იყოს ეროვნული ეკონომიკის სისტემური განვითარების ამოსავალი. ამ მიზნით საჭიროა მიწასთან დაკავშირებული ურთიერთობების რეგულირება წარმართოს ეკონომიკის მართვის სახელმწიფო და საბაზრო მექანიზმების შეთანწყობით.

მიწის რესურსების (სახელმწიფო ფონდის) ეფექტიანად გამოყენების მრავალმხრივი პროცესი პროგრამულ მართვას (რეგულირებას) საჭიროებს. მიზნობრივი სახელმწიფო პროგრამა - როგორც მართვის და რეგულირების მთავარი ინსტრუმენტი, ეფექტიანად უნდა გამოიყენებოდეს.

მიწის რესურსების მრავალფუნქციურობის (ბუნებრივი რესურსი, წარმოების ფაქტორი, უძრავი ქონება, ადამიანის ცხოვრებისა და სამეურნეო საქმიანობის სივრცე, ქვეყნის ტერიტორია და სხვა) გათვალისწინებით უნდა შეიქმნას შესაბამისი საკანონმდებლო ბაზა. გასათვალისწინებელია, რომ სახელმწიფო საადგილმამულო ურთიერთობები ასრულებს როგორც პოლიტიკური სუბიექტის (რომელმაც ქვეყნის ტერიტორიაზე უნდა არეგულიროს მიწასთან დაკავშირებული პრობლემების გადაწყვეტა), ასევე მიწის რესურსების მესაკუთრის ფუნქციებს. ამიტომ პრინციპული მნიშვნელობა აქვს მიწის კანონმდებლობის (კოდექსის) მიზნებისა და ამოცანების სწორად განსაზღვრას - იგი უნდა შეესაბამებოდეს ქვეყნის სტრატეგიულ ინტერესებს. მიწის კოდექსში უნდა აისახოს

ფუძემდებლური პრინციპები (ეროვნული თავისებურებების გათვალისწინებით), რომელთა დაცვა სავალდებულო გახდება ქვეყნის ტერიტორიაზე. მიწის კოდექსი მრავალმიზნობრივია (მოიცავს ზუსტ აღრიცხვას, ოპტიმალურ მიწათმოწყობას, სამეურნეო საქმიანობის ობიექტურ შეფასებას, კომპლექსურ დაცვას და ა.შ.), ამიტომ ასრულებს მრავალმხრივ ფუნქციებს (სამართლებრივ, ეკონომიკურ, სოციალურ, ინვესტიციის, მიწის რესურსების მართვის და სხვა სფეროებში) და საჭიროებს მიწის რესურსების სტრატეგიულ დაგეგმვას და მართვას. მიწის კადასტრი მოიცავს ქვეყნის მთელ ტერიტორიას, ხოლო მიწაზე უფლებების განხორციელება სავალდებულო სახელმწიფო რეგისტრაციას. მიწის კადასტრთან დაკავშირებული ოპერაციების ხარჯებს სახელმწიფო გაიღებს.

მიწის რესურსების მართვისა და დაცვის, საერთოდ აგრარული სფეროს ერთიან კონცეპტუალურ და მეთოდოლოგიურ საფუძველზე ფუნქციონირებისა და კოორდინაციისათვის მიზანშეწონილია შეიქმნას შესაბამისი სახელმწიფო, არასამთავრობო, სამეცნიერო სტრუქტურების საგანმანათლებლო სისტემის წარმომადგენლებისგან მუდმივმოქმედი სამთავრობო კომისია. კომისიის ამოცანად უნდა განისაზღვროს აგრარული სფეროს განვითარების ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკის შემუშავების და განხორციელების კოორდინაცია.

გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრომ (სააგენტომ) მიწის გამოყენებაში უნდა დაიცვას სახელმწიფო და საბაზრო მექანიზმების შეხამების პრინციპი. ქვეყნის მიწის ფონდის (მიუხედავად მისი საკუთრებისა) მართვაში უპირატესობა უნდა მიენიჭოს მსხვილი და წვრილი მეურნეობების ინტეგრაციას, მიწების ათვისებასა და დეგრადაციის წინააღმდეგ ღონისძიებებში, ახალი ტექნოლოგიებისა და წარმოების (შრომის) თანამედროვე ფორმების გამოყენებას, მიწების კონსოლიდაციას, მიწის მართვის სამსახურს ქვეყნის ტერიტორიაზე უნდა ჰქონდეს მართვის რეგიონული სტრუქტურები. მიწის რესურსების რაციონალურად გამოყენების დონის ამაღლებისათვის აუცილებელია მიწათმოწყობის სამართლებრივი, ეკონომიკური, საინჟინრო-ტექნიკური და სხვა სამუშაოთა თანმიმდევრულად ერთმანეთთან დაკავშირებული ახალი სისტემის ჩამოყალიბება.

სოფლისა და სოფლის მეურნეობის განვითარების კომპლექსურ პროგრამაში (2030 წლამდე პერიოდისათვის) ეტაპების მიხედვით უნდა განისაზღვროს მიწის რესურსების რაციონალურად გამოყენების მიზნები, ამოცანები, რეალიზაციის მექანიზმი. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს პირველ ეტაპს (2021-2025 წწ). ამ პერიოდში პოლიტიკური, სოციალურ-ეკონომიკური, ეკოლოგიური, ორგანიზაციულ-მმართველობითი კომპლექსური ღონისძიებების გატარებით მომზადდება შესაბამისი პირობები შემდგომ პერიოდში სოფლის მეურნეობაში მოდერნიზაციის სრულად განხორციელებისათვის. პირველ ეტაპზე უნდა განისაზღვროს მიწის ფართობების (კატეგორიების მიხედვით, უპირატესად სახნავი მიწის) ათვისების ამოცანები მათი მიზნობრივად, ცალკეული კულტურების მიხედვით გამოყენებისათვის (მაგალითად, სასურსათო პროდუქტების სახეობების მიხედვით: ხორბალი, ბოსტნეული, კარტოფილი და ა.შ.).

## 6.2. სახელმძღვანელოები არ არის

### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემისადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდებისრაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.3. კრებულები

1)ავტორი/ავტორები

1. **ი. ახალბედაშვილი**
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. „საკანონმდებლო ბაზა სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწაზე“. ISBN 978-9941-8-3056-3
- 2.

3) გამოცემისადგილი, გამომცემლობა

1. **თბილისი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა „აგრო“**
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

1. **42 გვერდი**
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

**1. „საკანონმდებლო ბაზა სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწაზე“**

ნაშრომში განხილულია სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის რეფორმის თავისებურებანი საკუთრებითი ურთიერთობების სრულყოფის თვალსაზრისით. დასაბუთებულია, რომ მიწაზე საკანონმდებლო ბაზის შემუშავებას (სრულყოფას) განმსაზღვრელი მნიშვნელობა აქვს აგრარულ მეურნეობაში ტრანსფორმაციის სახელმწიფოებრივი ინტერესების შესაბამისად წარმართვისათვის. ნაჩვენებია, რომ ქვეყანაში მიწის რეფორმის წარუმატებლობა განაპირობა ნაჩქარევად, შესაბამისი საკანონმდებლო ბაზის გარეშე, რეფორმების დაწყებამ. ამჟამინდელ მიწის მართვასთან დაკავშირებული ფუნქციები ოპტიმალურად არ არის გამოიჯნული. ფაქტობრივად უგულებელყოფილია მიწის რესურსების გამოყენების პროგნოზირება და სტრატეგიული დაგეგმვა. მიწის კოდექსი და მიწის კადასტრი ჯერ კიდევ არ არის შედგენილი. არ არის განსაზღვრული პრიორიტეტები მიწის მართვის ინსტიტუციური სისტემის სრულყოფისათვის. მიწისა და სხვა ბუნებრივი რესურსების მართვაში აქტიურად არ არის გამოყენებული ადგილობრივი თვითმმართველობის ორგანოები. არ არის დასრულებული საკუთრების უფლების პირველადი რეგისტრაცია. ზუსტად დადგენილი არ არის სახელმწიფო საკუთრებაში არსებული მიწის ფართობები, არ არსებობს მიწის ნაკვეთების სრულყოფილი საკადასტრო მონაცემები.

სახელმწიფოს გრძელვადიანი ეკონომიკური განვითარებისათვის აუცილებელია სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის საკუთრების გამჭვირვალე და ერთიანი სისტემის შექმნა.

სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის მართვის ეფექტური პოლიტიკის განსაზღვრა და კერძო და სახელმწიფო ინტერესების დაცვა წარმოადგენს საბაზრო ეკონომიკის ეფექტიანი ფუნქციონირების, სოფლის მეურნეობის სექტორის განვითარებისა და მიწის რესურსების რაციონალური გამოყენების საფუძველს.

მიწა, როგორც ბუნებრივი რესურსი სახელმწიფოს, საზოგადოების, მეცნიერების, ბიზნესის, მოქალაქეების მხრივ მუდმივ ყურადღებას მოითხოვს და შესაბამისად სამართლებრივი ბაზისა და მართვის მექანიზმის სრულყოფას საჭიროებს. მიწაზე სწორი სახელმწიფო პოლიტიკის გატარებამ შეიძლება პირდაპირი წვლილი შეიტანოს მიწის, როგორც გარემოს ერთ-ერთი ელემენტის (და მიწასთან დაკავშირებული რესურსებისა და ეკოსისტემური სერვისების) მდგომარეობის გაუმჯობესებაში, ან პირიქით - გაუარესებაში.

საქართველოში 1992 წელს დაწყებული სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის რეფორმის მიზანი იყო არსებული საკარმიდამო ნაკვეთების შევსება და შემდგომში მათი კერძო საკუთრებაში გადაცემა. დადგენილების შესაბამისად ჩამოყალიბდა დაახლოებით 850000 ჰა საპრივატიზაციო მიწის ფონდი, რომელიც მოიცავდა საოჯახო ნაკვეთების მიწის 200 000 ჰა-ს და დამატებით 650 000 ჰა-ს, რომელიც უნდა დამატებოდა არსებულ საოჯახო ნაკვეთებს. საპრივატიზაციო ფონდი შეადგენდა მთელი სასოფლო-სამეურნეო ფართობის 30%-ზე ნაკლებს და მასში შედიოდა სახნავი და მრავალწლიანი კულტურების ფართობები. საპრივატიზაციო პროგრამით მიწა მოსახლეობას უფასოდ გადაეცემოდა. მიწის რეფორმა უმეტესწილად სოციალურ მიზნებს ისახავდა. მოსახლეობის მასობრივად გაღატაკებამ და ეკონომიკურმა სირთულეებმა მაშინდელი ხელისუფლება სოციალური მდელვარების თავიდან ასაცილებლად აიძულა მიწის გარკვეული, ხშირ შემთხვევაში ძალიან მცირე ზომის ნაკვეთები პრაქტიკულად მთელი ქვეყნის მოსახლეობისათვის გადაეცა. რეფორმას არ გააჩნდა კონცეპტუალური საფუძვლები და არ ემყარებოდა გრძელვადიან გათვლებს იმასთან დაკავშირებით, თუ რა შეეძლო მას მოეტანა ქვეყნისათვის ეკონომიკური და სოციალური თვალსაზრისით.

მიწის მართვის ეფექტური სახელმწიფო პოლიტიკის განსაზღვრა ქვეყნის ეკონომიკური პოტენციალის ზრდისა და მდგრადი განვითარების ხელშემწყობი წინაპირობაა. მიწაზე საკანონმდებლო ბაზის შემუშავებისას, აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული, რომ ამ სფეროში განხორციელებული პოლიტიკა პირდაპირ გავლენას ახდენს ქვეყნის განვითარების ისეთ მნიშვნელოვან ასპექტებზე, როგორცაა: ეკონომიკური განვითარების ზრდის ტემპი, სასურსათო უსაფრთხოება, სიღარიბის აღმოფხვრა. მიწაზე საკანონმდებლო ბაზა მოიცავს მიწაზე უფლებებთან დაკავშირებული სხვადასხვა ასპექტს. ეს შეიძლება იყოს: სხვადასხვა კატეგორიის მიწაზე საკუთრების უფლება; ტრადიციული და საერთო საკუთრება მიწაზე; მიწით სარგებლობის უფლება; მიწაზე უფლებების რეგისტრაცია; მიწის კონსოლიდაცია; სახელმწიფო მიწის პრივატიზაცია; მიწაზე უფლებების რესტიტუცია და სხვა.

მკაფიოდ უნდა ჩამოყალიბდეს სახელმწიფოს მიდგომები მიწაზე საკუთრების სხვადასხვა ფორმებთან მიმართებაში (სათემო საკუთრება). ცალკეულ რეგიონებში საკმარისი არ არის მხოლოდ კერძო მესაკუთრეთა ხელში არსებული ნაკვეთების რეგისტრაცია, საჭიროა პოლიტიკის შემუშავება სათემო სამოვრების, სოფლის საერთო საკუთრების მიწებთან დაკავშირებით, საჭიროა, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის არასასოფლო-სამეურნეო მიზნით გამოყოფის პროცედურის დახვეწა, გადასახდელი საკომპენსაციო თანხის დაზუსტება, უნდა მოხდეს ბიუჯეტში შემოსული მიწის დანიშნულების შეცვლისას გადახდილი თანხებიდან ახალი მიწის ათვისების ღონისძიებათა დაფინანსება, რათა არ მოხდეს სასოფლო-სამეურნეო მიწის ფონდის მკვეთრი შემცირება.

ქვეყანაში დღემდე ვერ მოხდა საკუთრების უფლების პირველადი რეგისტრაციის პროცესის დასრულება, შეუძლებელია სახელმწიფოს საკუთრებაში არსებული და განკერძოებული მიწის

ნაკვეთების ზუსტი ფართობების დადგენა, არ არსებობს მიწის ნაკვეთების სრულყოფილი საკადასტრო მონაცემები. მრავალი წლის განმავლობაში სახელმწიფო ვერ უზრუნველყოფდა სათანადო ღონისძიებებს მიწის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით. ყოველივე ზემოაღნიშნულის გამო, საქართველოში მიწის ბაზარი არ არის განვითარებული, რაც გავლენას ახდენს მის ღირებულებაზე და არაკონკურენტუნარიანს ხდის თავისუფალი საერთაშორისო ეკონომიკური ურთიერთობების პირობებში. სახელმწიფომ უნდა მოახდინოს ზუსტი აღრიცხვა თუ რა რაოდენობის ქონების შედის საქართველოს მიწის ფონდში. „მიწის ნაკვეთებზე უფლებათა სისტემური და სპორადული რეგისტრაციის წესისა და საკადასტრო მონაცემების სრულყოფის შესახებ საქართველოს კანონში ცვლილებები უნდა განხორციელდეს იმ მიმართულებით, რათა მოხდეს მიწაზე რეგისტრაციის პროცესის კიდევ უფრო გამარტივება, რეგისტრაციის ფაქტი მოქალაქეთა საკუთრების უფლების დაცვის გარანტიას წარმოადგენს. ამავე დროს, ის უზრუნველყოფს მიწის ბაზრის განვითარებას, რაც თავის მხრივ, ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებაზეც დადებითად აისახება.

სახელმწიფომ უნდა მოახდინოს მის საკუთრებაში არსებული მიწების ეფექტური გამოყენება. მათ შორის, განკერძოებით, იჯარით გადაცემითა და მუნიციპალურ დონეზე ამ რესურსზე კონტროლის დელეგირებით. უნდა შემუშავდეს საკანონმდებლო ან/და ნორმატიული აქტის დონეზე სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის იჯარის შესახებ გარკვეული წესები. სადაც მკაფიოდ იქნება გაწერილი თუ რა პირობებით და როგორ უნდა გაიცეს სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწა.

სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის რაციონალურ გამოყენებას ერთ-ერთ უმთავრესი ადგილი უკავია ქვეყნის ეროვნული უსაფრთხოების დაცვის თვალსაზრისით, ჩვენი ქვეყნისათვის უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა, შენარჩუნებული იყოს სასოფლო-სამეურნეო მიწა (მილევადი რესურსი) და განვითარდეს ეროვნული აგრარული მეურნეობა, რაც სამომავლოდ უზრუნველყოფს ქვეყნის სასურსათო უსაფრთხოებას.

შემოთავაზებულია რეკომენდაციები მიწის რეგისტრაციისა და სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების ეფექტიანობის ამაღლების, ქარსაფარი ზოლების აღდგენა-შენარჩუნების, ნიადაგის დაცვის, ადგილობრივი მმართველობის როლის გაძლიერების საკითხებზე.

#### 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. **რ.ფირცხალავა**

2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

1. „**მიწის რესურსების რაციონალური გამოყენება - ქვეყნის სასურსათო უსაფრთხოების განმსაზღვრელი ფაქტორი**“. DOI 10.36962/ECS ISSN 2587-4713

2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. **ეკონომიკა, მეცნიერება, პრაქტიკა, გამოცდილება. ყოველთვიური საერთაშორისო რეფერირებადი სამეცნიერო ჟურნალი, Issue 6-9, 2021 წ., ტომი 104**

2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. **თბილისი, 2021 წ.**



2.

5) გვერდების რაოდენობა

1. **16 გვ.**

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. სასურსათო უსაფრთხოება, არის სახელმწიფოს ვალდებულება, როგორც ჩვეულებრივ, ასევე ექსტრემალურ პირობებში (შიდა და გარე საფრთხეების არსებობის მიუხედავად) განახორციელოს ქვეყნის მოსახლეობის სურსათით უზრუნველყოფა ისეთ დონეზე, როგორც აუცილებელია ადამიანების აქტიური, ჯანმრთელი ცხოვრებისათვის. სასურსათო უსაფრთხოება პირდაპირ კავშირშია ეკოლოგიურ უსაფრთხოებასთან. მიწის რესურსების არარაციონალური გამოყენება კი განაპირობებს ქვეყანაში ეკოლოგიური პირობების გაუარესებას, ამცირებს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების ზრდის ტემპებს და ქმნის პირობებს სხვადასხვა ტოქსიკური ნივთიერებებით დაბინძურებული ნედლეულისა და პროდუქციის შესაქმნელად. თანამედროვე გლობალიზაციის პირობებში, როდესაც ქვეყნების ეკონომიკური და პოლიტიკური ურთიერთობები გადაჯაჭვულია, სასურსათო უსაფრთხოება გლობალური პრობლემის სტატუსს იღებს და მისი გადაწყვეტა - ნებისმიერი სახელმწიფოს სტრატეგიული ამოცანაა. სტატიაში განხილულია საქართველოში მიწის რესურსების რაციონალურად გამოყენების მნიშვნელობა ქვეყნის სურსათით უზრუნველყოფაში. ნაჩვენებია მიწის (ნიადაგის) გამოყენების დონესა და სასურსათო უსაფრთხოების ურთიერთკავშირების ფორმირების ფაქტორები და განსაზღვრულია მიწის ეფექტიანობის ამაღლების ძირითადი მიმართულებები.

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. **ნ.გრძელიშვილი, ლ.კვარაცხელია, თ. ექვთიმიშვილი**2. **გ.თალაკვაძე, ქ.მახარაძე, რ.ფირცხალავა**3. **ნ. მირიანაშვილი, ნ. გძელიშვილი, ნ. დადიანი, ქ. კვირიკაშვილი, ვ. ხათაშვილი**4. **ნ. მირიანაშვილი, ზ. ლომსაძე, ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ა. დვალაძე.**5. **ნ. მირიანაშვილი, ნ. ყავლაშვილი, ნ. დადიანი, ქ. კვირიკაშვილი.**6. **Otar Paresishvili, L.Kvaratskhelia, V.Mirzaeva**7. **ვახრანგ გელაძე, ნანა ბოლაშვილი**8. **ნოდარ გრძელიშვილი, ლაურა კვარაცხელია**

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. **„ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების ეკონომიკური შეფასება“; ISSN 1987-8303**2. **„საქართველოს სასმელი (მიწისქვეშა) წყლის რესურსები და სასმელ-სამეურნეო წყალმომხარების პრობლემები“. ISSN 1987-8303**3. **„ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების პერსპექტივები ტრანსპორტში“. ISSN 0135-0781**4. **„მზის ენერგეტიკული რესურსების გამოყენების პერსპექტივები ქვემო ქართლის რეგიონში“. ISSN 1512- 0120**5. **„თბური ტუმბოები გათბობის სისტემებში“. ISSN 1512-0120**

6. **Post-COVID: rehabilitation potential of natural-recreational resources (through the example of Georgia)** (პოსტკოვიდი: ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსების სარეაბილიტაციო პოტენციალი (საქართველოს მაგალითზე)).

7. ტრადიციული და თანამედროვე მეთოდების შედარებითი ანალიზი მყინვარ ადიშის ენის აბლაციის ექსპერიმენტალური კვლევების საფუძველზე; E-ISSN: 2667-9701

8. ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსები - ნაწილი პირველი - ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების შეფასებისთეორიულ - მეთოდოლოგიური საფუძვლები; ISSN 2720-7919

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. სამართალი და ეკონომიკა #12, 2021 წ..

2. „სამართალი და ეკონომიკა“. N12, 2021 წ.

3. სტუ-ს ა.ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, N 27, 2021 წ.

4. ჟურნალი „ენერჯია“, N2 (98), ტ. 2, 2021 წ.

5. ჟურნალი „ენერჯია“, N2 (98), ტ. 2, 2021 წ.

6. სამეცნიერო ჟურნალი „სამართალი და ეკონომიკა“ # 12, 2021 (The Scientific Journal “Law and Economics”, #12, 2021, Georgia, Tbilisi) ISSN 1987-8303)

7. გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები - Geographical Journal of Georgia

8. „საქართველოს საწარმოო ძალები და ბუნებრივი რესურსები“ რეფერირებადი და რეცენზირებადი სამეცნიერო ჟურნალი #1, 2021 წ.

4) გამოცემა სადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი

2. თბილისი

3. თბილისი, დამანი

4. თბილისი, სტუ-ს საგამომცემლო სახლი.

5. თბილისი, სტუ-ს საგამომცემლო სახლი.

6. თბილისი

7. თბილისი

8. თბილისი

5) გვერდების რაოდენობა

1. 9 გვ.

2. 18 გვ.

3. 5 გვ.

4. 6 გვ.

5. 5 გვ.

6. 8 გვ.

7. 6 გვ.

8. 160 გვ.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. ნაშრომში აღნიშნულია, რომ მიუხედავად თავისი სოციალური და ეკონომიკური მნიშვნელობისა, ტურისტულ-რეკრეაციული საქმიანობა იწვევს გარემოს გარკვეულ სახეცვლილებას. ბუნებრივ გარემოზე მიყენებული ზიანის შემცირების მიზნით, აუცილებელია განხორციელდეს ტურისტულ-

რეკრეაციული საქმიანობის ეკონომიკურ-სამართლებრივი რეგულირება. რეგულირების ყველაზე მოთხოვნად ეკონომიკურ ინსტრუმენტს დღესდღეობით წარმოადგენს ბუნებრივი გარემოს ტურისტულ-რეკრეაციული პოტენციალის ეკონომიკური შეფასების მეთოდოლოგია.

ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების (ტრრ) ეკონომიკური შეფასების მეთოდების სისტემატიზაცია და უნივერსალური მეთოდის შემუშავება საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნეს ყველა ეკონომიკური ინსტრუმენტი ბუნებრივი გარემოს გაჭუჭყიანებისგან დაცვის საკითხებში და ამით გაიზარდოს გარემოს ტურისტულ-რეკრეაციული პოტენციალის დაცვა - შენარჩუნება. ტურისტულ-რეკრეაციული ზონების შექმნის მიზანს წარმოადგენს ტურისტული საქმიანობის კონკურენტუნარიანობის გაზრდა რეგიონების რეკრეაციული პოტენციალის განვითარების გზით.

რეკრეაციული რესურსების აქტიური გამოყენების ტენდენციები, მათი ჩართვა სამეურნეო ბრუნვაში არ უნდა ეწინააღმდეგებოდეს ეკონომიკის მდგრადი განვითარების პრინციპებს, უნდა აწონასწორებდეს საზოგადოების ეკოლოგიურ და ეკონომიკურ ინტერესებს. ამ მხრივ მეტად აქტუალური ხდება ბუნებრივი გარემოს ნეგატიური ცვლილებებისგან დაცვის ეკონომიკურ-სამართლებრივი ინსტრუმენტების შემუშავების საკითხები, რომლებსაც მიეკუთვნება ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების ეკონომიკური შეფასების მეთოდოლოგია.

2. სასმელი წყლის როლი განუზომელია ქვეყნისა და მოსახლეობის არსებობასა და კეთილდღეობის ამაღლებაში. სასმელი წყლების ერთ-ერთ ძირითად და უპირველეს წყაროდ მიჩნეულია მტკნარი მიწისქვეშა წყლები, რომელთა დაძვების, მოპოვების, დაცვისა და ეფექტიანად გამოყენების სწორი მეცნიერულ-ტექნიკური ორგანიზაცია მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობას, უზრუნველყოფს ქვეყნის ეკონომიკის ყველა დარგის მდგრად განვითარებას.

იუნესკოსა და გაეროს ერთობლივ ყოველწლიურ კონვენციაზე 2019 წელს განხილული იქნა წყლის სტრატეგიული გამოყენების სხვადასხვა საკითხები. ამჟამად მსოფლიოში 10-დან 3 ადამიანი მოკლებულია უსაფრთხო სასმელ წყალს, 10-დან 6-ს არა აქვს წვდომა წყლის სანიტარიულ მომსახურებასთან, ხოლო ყოველ მე-9 ადამიანს - წყალარინების სისტემებთან.

ჯანმოს მონაცემებით ყოველდღიურად 14 ადამიანი იღუპება კუჭნაწლავის ინფექციებით, რაც უკავშირდება დაბინძურებულ წყალს.

საქართველო მტკნარი მიწისქვეშა წყლების სიუხვით გამოირჩევა. მათი ბუნებრივი რესურსების 95%-ს - 18კმ<sup>3</sup>, ანუ 571,7 მ<sup>3</sup>/წმ, (49,4 მლნ მ<sup>3</sup>/დღე-ღამეში) სასმელი წყლები შეადგენს, რომლებიც არათანაბრად არის განაწილებული ქვეყნის ტერიტორიაზე. მათი საერთო რაოდენობის 63,4% (362,5მ<sup>3</sup>/წმ) მოდის დასავლეთ საქართველოზე, 24,1% (137,9 მ<sup>3</sup>/წმ) - აღმოსავლეთ საქართველოზე, ხოლო 12,5% (71,3 მ<sup>3</sup>/წმ) - სამხრეთ საქართველოზე (ნახ.1.). მიწისქვეშა მტკნარი სასმელი წყლების საერთო რესურსების დაახლოებით მესამედის მარაგები (145,5მ<sup>3</sup>/წმ) დამტკიცებულია სახელმწიფო კომისიის მიერ. ამ მარაგებიდან დასავლეთ საქართველოშია - 69,9 მ<sup>3</sup>/წმ, ანუ 48%; აღმოსავლეთ საქართველოში - 65,5 მ<sup>3</sup>/წმ, ანუ 45%, ხოლო სამხრეთ საქართველოში - 10,1 მ<sup>3</sup>/წმ, ანუ 6,9%. ძირითადად გვხვდება ორი ტიპის სასმელი მიწისქვეშა წყლები: მინერალიზაციით 0,2-0,3გ/ლ და 0,3-1,0გ/ლ მინერალიზაციით. მათი საერთო მარაგი საქართველოს ტერიტორიაზე 2,52 კმ<sup>3</sup>-ს შეადგენს.

საქართველოს მტკნარი წყლების ბუნებრივი და საექსპლუატაციო რესურსების მხარეების მიხედვით განაწილების თანახმად ყველაზე მაღალი მაჩვენებლებით გამოირჩევა სამეგრელო-სვანეთისა (109 მ<sup>3</sup>/წმ) და მთათუშეთი-კახეთის (100 მ<sup>3</sup>/წმ) რეგიონები, რაც განაპირობებს, რომ უფრო დეტალურად იქნეს შესწავლილი ამ რეგიონების სასმელი წყლის რესურსები.

3. ჩატარებულმა კვლევამ, რომლის შედეგებიც სტატიაშია წარმოდგენილი, აჩვენა, რომ ენერგეტიკული უსაფრთხოების ხარისხის ასამაღლებლად საქართველო, ისევე როგორც გარდამავალი ეკონომიკის სხვა ქვეყნები, საჭიროებს იაფ ენერგეტიკულ რესურსებზე მზარდი მოთხოვნის დაკმაყოფილებას, რაც შეიძლება უზრუნველყოფილი იყოს იმპორტულ სათბობზე დამოკიდებულების შემცირებით. ახალი ენერგოდამზოგი და განახლებადი რესურსების ათვისებაზე დაფუძნებული ტექნოლოგიების გამოყენებით.

საექსპერტო გათვლების შედეგად დადგინდა, რომ 2030 წლისათვის ქვეყანაში ელექტრომოხილების ბაზრის წილი გაიზრდება 10-11% -მდე, ნაცვლად 2020 წელს არსებული 1%-ისა. ამასთან 2030 წელს ტრანსპორტის მიერ მოხმარებული ენერჯის დაახლოებით 10% იქნება განახლებადი ენერჯის წყაროს წილი, ტრანსპორტის მიერ ენერჯის ჯამური მოხმარებიდან.

4. სტატიაში შეფასებულია ქვემო ქართლის რეგიონის მზის ენერგეტიკული პოტენციალი, მისი გამოყენების ტექნიკურ-ეკონომიკური ასპექტები და ათვისების პერსპექტივები. ქვემო ქართლის ტერიტორია დიდი ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალით ხასიათდება. მზის, როგორც განახლებადი ენერგეტიკული რესურსის გამოყენება საშუალებას იძლევა რეგიონში შეიქმნას დამატებითი ენერგეტიკული სიმძლავრეები, რომლებიც უზრუნველყოფენ აღნიშნული რესურსის ფართოდ მოხმარებას და ენერგეტიკული უსაფრთხოების ზრდას. ნაშრომში ხაზგასმულია, რომ ეკოსისტემის დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების სტრატეგიის შემუშავება, მისი პრიორიტეტული მიმართულებების განსაზღვრა, თანამედროვე, ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიების დანერგვა, საქართველოს ეკონომიკური პოტენციალის ზრდის ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა.

5. დამუშავებულია გათბობის სისტემებში თბური ტუმბოს დანადგარების მუშაობის იმიტაციური მოდელი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია განვსაზღვროთ დასახლებული პუნქტების ცალკეული ობიექტებისა და საწარმო-ტექნოლოგიური პროცესების სითბო-სიცივით მომარაგების ოპტიმალური სქემები. მოსხენებაში წარმოდგენილია ჩვენს მიერ ჩატარებული თბური ტუმბოს დანადგარების ბაზაზე მოქმედი სხვადასხვა ტიპის გათბობის სისტემების ენერგოეკონომიკური ანალიზის შედეგები. კლიმატური რაიონების მიხედვით, სხვადასხვა სახის დაბალპოტენციური სითბოს წყაროსა და სათბობის სხვადასხვა ღირებულებისათვის დადგენილია თბური ტუმბოების გამოყენების ეფექტურობის ზონები

6. პანდემიის გაგრძელების პირობებში სულ უფრო მეტი ადამიანი, რომლებმაც გადაიტანეს კოვიდ-19, მიმართავს ექიმებს ჯანმრთელობასთან დაკავშირებული პრობლემების გამო. გადატანილი დაავადების შემდგომ, რამდენიმე თვის გასვლის შემდეგაც კი, პაციენტების დაახლოებით 50%-ს უვლინდება პრობლემები ორგანიზმის სხვადასხვა ორგანოების ფუნქციონირებაში, რაც ერთობლიობაში გამოიხატება „პოსტკოვიდური სინდრომით“ („ხანგრძლივი კოვიდით“) და წარმოადგენს სპეციალისტების კვლევის ობიექტს მთელ მსოფლიოში. დღესდღეობით, არ არის შემუშავებული პოსტკოვიდური სინდრომის მკურნალობის დეტალური რეკომენდაციები. ექიმების

რჩევები შემოისაზღვრება მძიმე დაავადებების შემდგომი რეაბილიტაციის ზოგადი პრინციპებით. ცხადია, აღდგენითი პროცესის დაჩქარებას და ოპტიმიზირებას, გადარჩენილი პაციენტის სიცოცხლის ხარისხის საწყის მდგომარეობაში დაბრუნებას ხელს შეუწყობს შესაბამისი პროფილის კურორტზე ყოფნა, ბუნებრივი გარემო ფაქტორების გამოყენება და შესაბამისი გამაჯანსაღებელი აუცილებელი პროცედურების ჩატარება. სტატიის ავტორები მიუთითებენ, რომ საქართველოს ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსების დიდი პოტენციალის გამოყენება პოსტკოვიდური სინდრომით შეპყრობილი ადამიანების რეაბილიტაციას უცილობლად შეუწყობს ხელს. სტატიაში მოხმობილია მონაცემები საქართველოს ყველაზე პოპულარული კურორტებისა და საკურორტო ადგილების სარეაბილიტაციო შესაძლებლობების შესახებ, გათვალისწინებით იმ სპეციფიკისა და პათოლოგიების, რომლებსაც ადგილი აქვს კოვიდ-19 გადატანილ ადამიანთა შორის.

7. კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მცინვარების მასის ბალანსური კვლევები უკანასკნელი 30 წლის განმავლობაში არ ჩატარებულა. ნახევრადსტაციონალურ (საბლაციო პერიოდში) კომპლექსურ გლაციო-ჰიდრო-მეტეოროლოგიურს დაკვირვებებს მე-20 საუკუნის 50-იანი წლებიდან ახორციელებდა ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი, რომელიც 1990 წელს შეწყდა.

ახალი მონაცემების მიღება მცინვარების მასის ბალანსის შესახებ, კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე, სულ უფრო მეტ დაინტერესებას იწვევს მსოფლიო მასშტაბით.

აღსანიშნავია, რომ უკანასკნელ წლებში, უპილოტო საფრენი აპარატების გამოყენებამ მცინვარების მასის ბალანსურ კვლევებში კარგი შედეგები აჩვენა, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ცვლილებები განიცადა მცინვარის ხარჯვითი ნაწილის (აბლაცია) გაზომვის მეთოდმა. ასეთ პირობებში დგება საკითხი, დაკვირვების რიგის აღდგენის პროცესში რამდენად თავსებადი იქნება მცინვარის მასის ბალანსის ძველი და თანამედროვე ტექნოლოგიებით მიღებული მონაცემები.

ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ მცინვარის ენის აბლაციის თანამედროვე და ძველი გაზომვის მეთოდების გამოყენებით მიღებულ სიდიდეებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავებაა, რაც უპირველესად ძველი მეთოდის ხარვეზებითაა გაპირობებული.

მიგვაჩნია, რომ მიღებული შედეგები ითხოვს მასის ბალანსის აბლაციის კომპონენტის ძველი მონაცემთა ბაზის რევიზიის აუცილებლობას.

8. ტურიზმის განვითარება თანამედროვე პირობებში ახალ მასშტაბებს იძენს და რიგი თავისებურებებით ხასიათდება. საქართველოს მდგრადი ეკონომიკური ზრდისთვის სათანადო პირობების შექმნა და რეგიონების დაბალანსებული სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების უზრუნველყოფა სახელმწიფოსათვის მნიშვნელოვან გამოწვევას წარმოადგენს. მოსახლეობის გაჯანსაღება და დასვენების ორგანიზება წარმოადგენს გამყვანი ტურიზმის ალტერნატივას (განსაკუთრებით მიმდინარე პანდემიის პირობებში) და ხელს უწყობს ტურისტული მომსახურების ტერიტორიული ბაზრის განვითარებას.

ტურიზმი და რეკრეაცია საქართველოს რეგიონებში სულ უფრო მნიშვნელოვანი ხდება. შიდა ტურიზმის განვითარება გახდა სახელმწიფოს მნიშვნელოვანი ამოცანა.

ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება ითქვას, რომ რეგიონული ეკონომიკის მნიშვნელოვანი მიმართულებაა ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის განსაზღვრა, მისი ტერიტორიული შეთანწყობის ეკონომიკური ეფექტიანობის საკითხების გამოვლენა და რეგიონის სოციალურ-ეკონომიკურ კომპლექსში მისი რაციონალური და დაბალანსებული გამოყენების პრობლემების განზოგადება.

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს რეგიონული ტურიზმის ეკონომიკური განვითარების სხვადასხვა ასპექტის ამსახველი სამეცნიერო პუბლიკაციების საკმაო რაოდენობა, ყურადღებას იქცევს რეგიონული ტურიზმის განვითარების რესურსული პოტენციალის განსაზღვრის თეორიულ-მეთოდოლოგიური საკითხები. ამასთან დაკავშირებით, ტურიზმის რესურსული ბაზის ეფექტიანი მართვის მიზნით, წიგნში განხილულია ტურისტული რესურსების განსაზღვრის (შეფასების) ცნობილი მიდგომების სისტემატიზაციის, ტურიზმის განვითარების რესურსების შეფასების მეთოდოლოგიის საკითხები. ნაჩვენებია, რომ ტურისტული რესურსების გამოყენების ეფექტიანობის ამაღლებისა და ტურიზმის მართვის სფეროში მომზადებისა და მხარდაჭერის გადაწყვეტილებების მიღების სისტემა ამაჟამად საჭიროებს შემდგომ დახვეწას. საქართველოში ტურიზმის განვითარების სწორად დაგეგმვისთვის აუცილებელია ტურიზმის განვითარების არსებული რესურსების კომპლექსური შეფასება, რაც შესაძლებელს გახდის უფრო სრულად გათვალისწინებული იქნეს როგორც ბუნებრივი, ასევე ისტორიულ-კულტურული პოტენციალი, საერთოდ, რეგიონში ტურისტული საქმიანობის არსებული შესაძლებლობანი.

ტურიზმის განვითარების რეგიონული და მუნიციპალური მიზნობრივი პროგრამების ღონისძიებების მეცნიერული დასაბუთება ხელს შეუწყობს მიმზიდველი რეგიონების გამოვლენას ინვესტიციების მოსაზიდად, შესაძლებელს გახდის ფინანსური საშუალებების რაციონალურ და ეფექტიან ხარჯვას, ტურიზმის განვითარებით მთლიანი რეგიონული პროდუქტის ზრდას.

რეგიონის ტურიზმის განვითარების კომპლექსური შეფასების მეთოდიკა შეიძლება გამოყენებული იქნეს საქართველოს სხვადასხვა რეგიონის ტურისტული პოტენციალის ეფექტიანი გამოყენების ანალიზისთვის. შეფასების იმ კრიტერიუმებისა და პარამეტრების წონის ახსნის გათვალისწინებით, რომლებიც განპირობებულია რეგიონების ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებისა და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების თავისებურებებით.

საქართველოს რეგიონების ტურიზმის რესურსული ბაზის შეფასებასა და განვითარებასთან დაკავშირებული საკითხების რთული კომპლექსი ჯერ-ჯერობით არ არის ყოველმხრივ და დეტალურად გამოუქვეყნებული.

წინამდებარე ნაშრომის მიზანია საქართველოს რეგიონული ტურიზმის განვითარების რესურსული ბაზის ფორმირების პერსპექტივებისა და თანამედროვე ტენდენციების კვლევის, ტურიზმის განვითარების რესურსების შეფასების თეორიისა და პრაქტიკის განხილვა და გაანალიზება უახლესი მიდგომების გათვალისწინებით.

## 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.1. მონოგრაფიები/წიგნები არ არის

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 7.2. სახელმძღვანელოები არ არის

### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 7.3. კრებულები არ არის

### 1) ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 7.4. სტატიები

### 1) ავტორი/ავტორები

**1. N. Grdzlishvili; L.Kvaratskhelia**

**2. T.Patarkalashvili**

**3. T.Patarkalashvili**

**4 T.Patarkalashvili**

**5. T.Patarkalashvili**

**6. T.Patarkalashvili**

## 7. T.Patarkalashvili

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. **Aspects of Tourism-Recreational Resources Management in the Region** ISBN: 978-985-564-292-4

2. **Adverse Impacts of Climate Change on Biodiversity and Natural Disasters** (კლიმატური ცვლილებების უარყოფითი გავლენა ბიომრავალფეროვნებასა და ბუნებრივ კატასტროფებზე); ISSN: 2634-8845; DOI: <https://doi.org/10.47363>

3. **Reserved Areas Importance for Mitigation of Climate Change** (დაცული ტერიტორიების გავლენა კლიმატური ცვლილებების შერბილებაზე); ISSN: 2639-7455

4. **Nonuse of Forest Residues is Impermissible Overlook for the Country with Limited Natural Resources** (ტყის ნარჩენების გამოყენებლობა უპატივებელი წინდაუხედაობაა რესურსებით შეზღუდული ქვეყნისათვის); ISSN:2766-2314; DOI:10.31579/27662314/039

5. **Sustainable Forest Management Implies to Use Not Only Timber but Non-Timber Resources Too** (ტყეების მდგრადი განვითარება გულისხმობს არა მარტო მერქნის არამედ არამერქნული ტყის რესურსების გამოყენებასაც); ISSN:2380-0259.

6. **Gigantic Hydroelectric Plants Destroy Ecosystems, Cultural Heritage and Displace Local Population** (გიგანტური ელექტროსადგურების მშენებლობა ანადგურებს ეკოსისტემებს, კულტურულ მემკვიდრეობას და ადგილმონაცვლედ ტოვებს ადგილობრივ მოსახლეობას); ISSN: 2578-0336; DOI:10.31031/EAES2021.08.000698

7. **Comparative Evaluation of Conventional and Modern Timber Extraction Systems in Mountain Forests** (ხეტყის გამოზიდვის ტრადიციული და თანამედროვე ტექნიკური სისტემების შედარებითი შეფასება მთის ტყეებში); ISSN: 2643-704X

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. **Менеджмент и маркетинг: опыт и проблемы. Сборники научных трудов. Белорусский Государственный Экономический Университет.**

2. **Journal of Earth & Environmental Sciences Research.** 2021, Vol. 31-6

3. **Journal of Earth & Environmental Sciences Research & Review.** 2021, 4:26-30

4. **Journal of Biotechnology and Bio-Processing.** Vol. 2/3,-04.22.2021, [www.auctoresonline.org](http://www.auctoresonline.org).

5. **International Journal of Bioprocess & Biotechnological Advancements, (IJBBA).** 2021,7(2)310311, [www.scitcentral.com](http://www.scitcentral.com)

6. **Journal of Environmental Analysis & Ecology Studies.** 2021. 8(5),ImpactFactor: ISI:0.787,202021

7. **Journal of Biotechnology & Bioresearch** 2021. Vol. 3, Iss.1, Impact Factor: ISI:0.692 (2020-21), [https://doi.org/10.31031/jbb\(ინგლისურენაზე\)](https://doi.org/10.31031/jbb(ინგლისურენაზე))

4) გვერდების რაოდენობა

1. 6 გვ.

2. 6 გვ.

3. 5 გვ.

4. 5 გვ.

5. 2 გვ.

6. 5 გვ.

7. 4 გვ.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*



1. ნაშრომში აღწერილია, რომ განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ტურიზმის მენეჯმენტის რეგიონულ ასპექტს. ტურიზმის ეფექტურობა პირდაპირ კავშირშია მის ტერიტორიულ სტატუსთან. ტურისტული საქმიანობის ეფექტიანობის გასაუმჯობესებლად აუცილებელია რეგიონების ტურისტული პოტენციალის შეფასება და მართვა სახელმწიფო და რეგიონულ დონეზე. ეს არის რეგიონალური, შიდა ტურიზმი, რომელიც უნდა გახდეს ადგილობრივი ეკონომიკის ზრდის ამოსავალი წერტილი, მისცეს შესაძლებლობა მოემსახუროს ადგილობრივ მოსახლეობას, შესთავაზოს ხარისხიანი ტურისტული პროდუქტები არსებულ ბუნებრივ, ისტორიულ და კულტურულ რესურსებზე დაყრდნობით.

2. კლიმატის ცვლილება რომელიც ამჟამად მზარდი ტემპებით მიმდინარეობს პლანეტის მრავალ კუთხეში სახიფათო მომავალს უქადის კაცობრიობას. უარყოფითი კლიმატური პროცესები აღინიშნება საქართველოშიც. საქართველოს ბიომრავალფეროვნება აღიარებულია როგორც ადგილობრივ ისე მსოფლიო დონეზე. საქართველო როგორც კავკასიის ეკორეგიონის ნაწილი შესულია 34 ბიომრავალფეროვნებით გამორჩეულ „ცხელ წერტილებს“ შორის „Conservation International“-ის მიერ სახეობათა სიმდიდრით, ეკოსისტემების მრავალფეროვნებით, გამოკვეთილი ბიოლოგიური კომპონენტებით, კლიმატის მრავალფეროვნებით და ლანდშაფტების კომპლექსებით. ძირითად ბიომასას საქართველოში წარმოადგენენ: ტყეები, ჭარბტენიანი ნიადაგები, საზღვაო და სანაპირო საცხოვრისები, მაღალმთიანი ეკოსისტემები, ნახევრად უდაბნოები და უდაბნოები. აღიარებულია რომ ბიომრავალფეროვნების დასაცავად საუკეთესო საშუალებაა დაცული ტერიტორიები რომლებიც ამჟამად ქვეყნის ტერიტორიის

მხოლოდ 7%-ია და უკანასკნელ წლებში არაფერი არ შემატებია. აქვე უნდა აღინიშნოს რომ ევროპის ქვეყნებში ეს მაჩვენებელი 20-დან 30 %-ამდეა. ამ მაჩვენებლით ჩვენ გავვისწრეს მეზობელმა ქვეყნებმა კი რომლებიც ადრე ჩამოგვრჩებოდნენ. ჩვენი ორიენტირი უნდა იყოს უახლოეს წლებში ამ მაჩვენებლის მინიმუმ 20 %-დე გაზრდა.

ცხრილებში მოყვანილია კლიმატის ცვლილებებით გამოწვეული გეოლოგიური უარყოფითი მოვლენები როგორცაა ღვარცოფები, მეწყერები, ადამიანთა მსხვერპლი რომლებიც დაკავშირებულია უარყოფით ეკოლოგიურ მოვლენებთან. აღნიშნულია რომ მეწყერების რაოდენობა 1995 წლიდან 2018 წლამდე გაიზარდა 670-დან 702-მდე. თუმცა 2004 და 2015 წლებში შეადგენდა შესაბამისად 949 და 936-საც კი.

არამდგრადი დასახლებების რიცხვი 474\*დან 1995 წელს გაიზარდა 1644-დე 2018 წელს. ნიაღვრების რიცხვი 8-დან 2013 წელს გაიზარდა 36-დე 2017 წელს, ხოლო ქარიშხლების რაოდენობა 20-დან 2013 წელს გაიზარდა 25-დე 2017 წელს.

3. სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი რომელსაც დიდი სიკეთეები მოაქვს საზოგადოებისათვის ამავდროულად უარყოფითად მოქმედებს გარე სამყაროზე, სახეობრივ ბიომრავალფეროვნებაზე და კლიმატის ცვლილებებზე. მომწავლავი აირების სულ უფრო ზრდად გამონატყორცნებს არმოსფეროში, განსაკუთრებით დიდ ქალაქებში, მოაქვს დამაზიანებელი შედეგები როგორცაა ალერგია, რესპირატორული და კარდიოვასკულური დაავადებები და ფილტვების დაზიანება. კლიმატური ცვლილებების ყველაზე დიდი ხელისშემწყოები არიან ტყეების დეგრადაცია, გაუტყევება და ბიორესურსების გადამეტებული, ზღვარს გადასული ექსპლოატაცია. ისეთი ქვეყნები როგორცაა ბრაზილია, რუსეთი, ინდონეზია, ითვლებიან ამ საქმეში ყველაზე დიდ კონტრიბუტორებად. ამ სიტუაციაში, ჯერჯერობით კიდევ დარჩენილი ტყეები და განსაკუთრებით დაცული ტერიტორიები ასრულებენ განსაკუთრებულ შემაკავებელ როლს წკლიმატის

ცვლილებების შერბილებაში, ვინაიდან ისინი აბსორბირებენ ნახშირორჟანდს და ცამით ამით ამცირებენ მის შემცველობას ატმოსფეროში. ასკვნის გამოტანა მარტივია - რაც უფრო მეტი იქნება პლანეტაზე დაცული ტერიტორიები და ბუნებრივად მოზარდი ტყეები მით უფრო მეტი ნახშირორჟანგი იმჩნება აბსორბირებული და მით უფრო მეტი იქნება ჟანგბადი.

ამ მიზნის მიღწევა შესაძლებელია მხოლოდ მეცნიერების, მთავრობებისა და სხვა გადაწყვეტილებისმიმღები პირების ერთობლივი ძალისხმევით. უკანასკნელ წლებში გაძლიერდა ექსტრემალური ბუნებრივი მოვლენების სიხშირე და სიძლიერე როგორცაა ძლიერი ქარები, გვალვები და სხვა მოვლენები რომლებიც განსაკუთრებით აღინიშნებოდა სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს არიდულ და ნახევრად არიდულ ადგილებში, სანაპირო ზოლებში, სუბალპურ და ალპურ ზონებში.

ამჟამად საქართველოს დაცული ტერიტორიების ფართობი შეადგენს მხოლოდ 7% ქვეყნის მთლიანი ტერიტორიიდან და ეს მაჩვენებელი დღევანდელი გადმოსახედიდან მიზერული რაოდენობაა. მსოფლიოს გამოჩენილი ეკოლოგები თანხმდებიან რომ დაცული ტერიტორიების ფართობი 2030 წლისათვის უნდა გაიზარდოს 30%-მდე რაც საშუალებას მოგვცემს პლანეტის საშუალო ტემპერატურის მატება შევაჩეროთ 1.5 ° ცელსიუსით, რაც ამავედროულად ხელს შეუწყობს ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას და დაცვას.

4. წიაღისეული ენერგომატარებლების ერის თანდათანობით დამთავრებასთან ერთად დღის წესრიგში დგება მათი შეცვლის საკითხი სხვა ენერგეტიკული წყაროებით. თუ გავითვალისწინებთ ჰაერის მზარდ დაბინძურებას და კლიმატის ცვლილებების პრობლემას საუკეთესო შემცველედ შეიძლება ჩაითვალოს განახლებადი ენერგო რესურსები როგორცაა მზისა და ქარის ენერჯია, გეოთერმული ენერჯია და ბიოენერჯია. ბიოენერჯიის წყაროებად ითვლება: ტყეები, ხის ბიომასა და ნარჩენები, მარცვლეული კულტურების ნარჩენი ბიომასა და ენერგეტიკული ბალახები, მოკლე როტაციული ტყეები და მუნიციპალური ნარჩენები. სტატიაში განხილულია ხეტყის ნარჩენები რომლებიც იყოფა პირველად და მეორად ნარჩენებად. ხეტყის პირველადი ნარჩენებია: კულტივაციისა და ტყის ჭრის დროს მიღებული სხვადასხვა ნარჩენები როგორცაა ხის ტოტები, კენწერო, ხის ქერქი, მირკვი და ხის ბიომასა. მეორად პროდუქტებში შედის ხეტყის გადამუშავებისა და დახერხვისას მიღებული ნარჩენები როგორცაა: ნახერხი, ნაფოტი ბურბუმელა, ხის ქერქი და სხვადასხვა ზომის ჩამონაჭრები.

მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების ლიტერატურული და პრაქტიკული წყაროებიდან ცნობილია, რომ ჭრის შედეგად ტყიდან გამოზიდულ კომერციულ მერქანსა და ტყეში ჭრის შედეგად დარჩენილ ნარჩენებს შორის არსებობს 50/50 შეფარდება. ე.ი. ყოველ 1 კუბ. მეტრ ტყიდან გამოტანილ მერქანზე მოდის 1 კუბ.მეტრი ნარჩენები. სხვა წყაროები იძლევიან შეფარდებას 60/40. დახერხვისა და შემდგომი გადამუშავების შემდეგ დამატებით კიდევ რჩება 25-35% ნარჩენები.

საქართველოში ეს ნარჩენები არც აღრიცხვული და არც გამოყენებულია რაც ელემენტარული შეფასებით ფუქსავატობა ენერგეტიკული რესურსებით დეფიციტური ქვეყნისათვის. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ განვითარებულ ქვეყნებში ხეტყის ნარჩენებიდან ამზადებენ სხვადასხვა სახის ფილებს იატაკებისა და კედლების მოსაპირკეთებლად, პელეტებს ენერგეტიკული მიზნებისათვის. ხეტყის ნარჩენებს წარმატებით იყენებენ ქიმიურ მრეწველობასა და პარფიუმერულ წარმოებაში.

5. ჩვენს შემეცნებით რეალობაში ტყის რესურსები ყოველთვის იყო და დღესაც რჩება მერქნისა და საშემე ხეტყის მოპოვების წყაროდ. თუმცა განვითარებულ ქვეყნებში ასეთი პრიმიტიული მიდგომა დიდხანია ისტორიას ჩაბარდა. ტყე ან ქვეყნებში განიხილება არა მორტო მერქნისა და შემის არამედ მთელი რიგი არამერქნული პროდუქტების მოპოვების წყარო როგორცაა ველური ხილი და კენკრა,

კაკალნაყფიანები. სოკო, ველური თაფლი, სამედიცინო ბალახები და ნაყოფები, ფისი და სხვა ტექნიკური ხასიათის ნედლეული რომელიც გამოიყენება ქიმიურ და პარფიუმერულ წარმოებაში არომატიზატორების სახით, გარეული ცხოველებისა და ფრინველების ხოცი და სხვა. ჩამოთვლილი პროდუქტებიდან მიღებული შემოსავლები ან ქვეყნებში ხშირად სჭარბობს მერქნის გაყიდვიდან მიღებულ შემოსავლებს.

ჩამოთვლილი ტყის პროდუქტები ჩვენთან არასდროს არ ყოფილა აღრიცხული და გამოყენებული რაც ჩვენი აზრით არა მორტო დაუდევრობა, არამედ ფუქსავატობაცაა. ეს პროდუქტები ჩვენთან ყოვეთვის იგნორირებული იყო. ევროპის ჩვენთან შედარებით ბევრად უფრო განვითარებულ ქვეყნებში ჩამოთვლილი ნედლეული წარმატებით გამოიყენება სხვადასხვა პროდუქტების დასამზადებლად და ეს სახელმწიფოები მნიშვნელოვან შემოსავლებს ღებულობენ აქედან. დროა, თუ უკვე დაგვიჩვენებულ არაა ჩვენთანაც გამოფხიზლდნენ შესაბამისი დარგის უწყებები და გაააქტიურონ მუშაობა ამ მიმართულებით, ვინაიდან მარტო ლაპარაკი ტყეების მდგრად განვითარებაზე საკმარისი არაა. ტყეების მდგრადი განვითარება გულისხმობს ტყის რესურსების კომპლექსურ გამოყენებას და არამარტო სამასალე და საშემე ხეტყით სარგებლობას.

6. საქართველო გეოგრაფიულად შედის მაღალი სეისმური მოქმედების ზონაში. განსაკუთრებით მოწყვლადია რაჭის რეგიონი სადაც ხშირია მიწისძვრები და მეწყერები. საკმარისია გავიხსენოთ 1991 წლის მიწისძვრა რომელმაც შეადგინა  $M_w=7.0$  მაგნიტუდა რამაც გადააჭარბა 1988წლის სპიტაკის მიწისძვრას -  $M_w=6.8$ . კიდევ ერთი ძლიერი მიწისძვრა მოხდა 2008 წ.  $M_w=6.0$  ამ მიწისძვრებმა დიდი მატერიალური ზიანი და ადამიანური დანაკარგები მოუტანა რაჭას. ნამახვანის ჰესისა და კაშხალის მშენებლობა რომელიც ამჟამად შეჩერებულია ითვალისწინებდა 19 კულტურული მემკვიდრეობის ობიექტის, 14 უძველესი ეკლესიისა და 14 არქეოლოგიური ობიექტის განადგურებას. გარდა ამისა წყლის ქვეშ მოექცეოდა წინაპართა საფლავები, რამდენიმე სოფელი, 5000 ჰა ტერიტორია, აქედან 48 ჰა .სასოფლსამეურნეო სავარგულები, 157 ჰა. ტყე და 3 სოფელი. მოსახლეობის განუწყვეტელი პროტესტებისა და არასამთავრობო ორგანიზაციების მიერ შეტანილი სარჩელების გამო პროექტის მშენებლობა შეჩერებულია დასაბუთებული, დამოუკიდებელი საექსპერტო კომისიის დასკვნამდე.

ზოგადად მსოფლიოში 1950-1970-ანი წლების ბუმის შემდეგ როდესაც ყოველწლიურად შენდებოდა 1100 დამბა, 1990-ანი წლების შემდეგ ეს მაჩვენებელი დაეცა 500-დე და 2000 წლის შემდეგ 300-დე. დამბებთან დაკავშირებული უარყოფითი პრობლემები გაიზარდა 2005 წლიდან და შეადგინა 175 ინცინდენტი 2015-2019 წლებში.

ამჟამად გიგანტური ჰესები შენდება მხოლოდ განუვითარებელ ქვეყნებში სადაც ეკონომიკურ პრობლემებს აყენებენ ეკოლოგიური საფრთხეების წინ. ჩვენ არ უნდა გავიმეოროთ ანალოგიური შეცდომები.

ჩვენ მაგალითი უნდა ავიღოთ განვითარებული ქვეყნებიდან სადაც უპირატესობას აძლევენ სუფთა, განახლებად ენერჯიებს როგორცაა მზე. ქარი, გეოთერმული და წყალბადის ენერჯია. რაც შეეხება ჰესებს დასაშვებია მხოლოდ საშუალო და მცირე ჰესების მშენებლობა სათანადო, დამოუკიდებელი ექსპერტების მიერ დადებული დასკვნების საფუძველზე.

7. მთის ტყეების ექსპლოატაცია და დაცვა პრობლემატურია მსოფლიოს ყველა ქვეყნებში გართულებული რელიეფისა და მოჭრილი ხეტყის გამოზიდვის სირთულეების გამო. ახალი ტექნიკური საშუალებების გაუთვალისწინებელ გამოყენებას შეიძლება მოჰყვეს გამოუსწორებელი უარყოფითი შედეგები როგორცაა: ეროზია, ღვარცოფები, ტყეების დეგრადაცია, ეკოსისტემების დანაწევრება, ცხოველთა საცხოვრისების მოშლა და სხვა. ნაშრომში აღწერილია ტრადიციული და

თანამედროვე ხეტყის გამოზიდვის ძირითადი მათოდები და ტექნიკური საშუალებები მათი შედარებითი ანალიზის სახით რაც საშუალებას იძლევა დავასკვნად მათი გამოყენების ეფექტურობა და შესაძლებლობა ტექნიკური და ეკოლოგიური ფაქტორების გათვალისწინებით. ტრადიციული მეთოდებიდან მოყვანილია ხეტყის ხელით გამოზიდვა, ცხოველების გამწევი ძლის გამოყენება (ცხენი, ხარი, კამეჩი, სპილო), ხეების დაცურება მდინარეების საშუალებით რომელიც ძირითადად წარმოებდა ჩრდილოეთ ამერიკასა და კანადაში და რომელიც ითვლება ყველაზე იაფ მეთოდად, თუმცა მისი გამოყენება შეზღუდულია მიუდგომლობის გამო. ტრადიციული ტექნიკური საშუალებებიდან შეიძლება ასევე დასახელდეს მუხლუხა ტრაქტორებიც ვინაიდან მათი გამოყენება დაიწყო გასული საუკუნის 50-ანი წლებიდან. თანამედროვე მეთოდებიდან განხილულია საჰაერო ბურთებისა და შვეულმფრენების გამოყენების სხვადასხვა ექსპერიმენტები საზღვარგარეთის ქვეყნებში (ჩრ. ამერიკა, სკანდინავია) და საბჭოთა კავშირში, კერძოდ ჩრდილოეთ კავკასიასა და საქართველოში (ახმეტის ტყეებში) 1980-ან წლებში. აღნიშნულია ამ მეთოდის როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი მხარეები, რომელთაგან უმთავრესია მათი სიძვირე და შეუსაბამობა ამორჩევითი ჭრის სისტემების გამოყენებისას.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

##### 1. ნ. გრძელიშვილი

##### 2. ნ. გრძელიშვილი, ლ. კვარაცხელია

##### 3. ნ. გრძელიშვილი, ლ. კვარაცხელია

##### 4. რ. ფირცხალავა

##### 5. ზ. ლომსაძე, ქ. მახარაძე, რ. ფირცხალავა

##### 6. ვ. ზეიკიძე, რ. ფირცხალავა

##### 7. ვ. ზეიკიძე

##### 8. ვ. ზეიკიძე

#### 9. თ. პატარქალაშვილი

##### 10. ნ. მირიანაშვილი, ზ. ლომსაძე, ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ა. დვალაძე.

##### 11. მირიანაშვილი, ნ. ყავლაშვილი, ნ. დადიანი, ქ. კვირიკაშვილი.

##### 12. გ. თალაკვაძე

##### 13. გ. თალაკვაძე

##### 14. გ. თალაკვაძე

##### 15. ზ. ლომსაძე, ო. ფარესიშვილი, ქ. სოლომონიშვილი, გ. გაიხარაშვილი

##### 16. ო. ფარესიშვილი, ლ. კვარაცხელია, ვ. მირზაევი

##### 17. ო. ფარესიშვილი, ლ. კვარაცხელია, ვ. მირზაევი

##### 18. ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ე. ფანცხავა, მ. ჯიხვაძე

##### 19. ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ე. ფანცხავა, მ. ლორია, მ. ჯიხვაძე

#### 2) მოხსენების სათაური

##### 1. „რეგიონის საკრალური სივრცის გამოკვლევა: მეთოდოლოგია და პრინციპები“

##### 2. „ტურიზმის განვითარების რესურსული ბაზის გამოყენების ეფექტიანობის განსაზღვრის თავისებურებები რეგიონებში“

##### 3. „ტურისტული რესურსების შეფასების შედარებითი ანალიზი და კომპლექსური შეფასების მეთოდოლოგია“

4. „სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის გამოყენების თავისებურებანი და ტენდენციები (1990-2020 წლები)“
5. „საქართველოს მტკნარი წყლის რესურსების სასმელ-საყოფაცხოვრებო და მიწების ჰიდროსამელიორაციო წყალმომარების პრობლემები“.
6. „ბუნებრივი სათიბ-სამოვრების ინტეგრირებული მართვის პრობლემები საქართველოში“
7. „ცოდნაზე დაფუძნებული ეკონომიკის განვითარება“.
8. „საქართველოს რეგიონული ტურისტული კლასტერის განვითარების და ფორმირების მეთოდოლოგიური საფუძვლები“.
9. „საქართველოს ტყეების თანამედროვე მდგომარეობა და არსებული გამოწვევები“.
10. „მზის ენერგეტიკული რესურსების გამოყენების პერსპექტივები ქვემო ქართლის რეგიონში“
11. „თბური ტუმბოები გათბობის სისტემებში“
12. „ინტეგრალური რესურსების სტრუქტურისა და კლასიფიკაციის საკითხისათვის“.
13. „ინტეგრალური რესურსების უნივერსალური კლასიფიკაცია - ახალი ხედვები და მიდგომები“.
14. „ინტეგრალური რესურსების მართვის ოპტიმიზაცია - მდგრადი განვითარების საფუძველი“.
15. „საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების ელექტრონული პლატფორმა“
16. „საქართველოს რეკრეაციული რესურსების როლი პოსტკოვიდური რეაბილიტაციის პროცესში“ (გადაცემულია კრებულში გამოსაქვეყნებლად)
17. „სოფლის ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები საქართველოში“ (გადაცემულია კრებულში გამოსაქვეყნებლად)
18. „COVID-19-ით გამოწვეული კრიზისების მართვა საგანმანათლებლო დაწესებულებებში“..
19. „ენერგოსაფრთხოება - ქვეყნის მდგრადი განვითარების ქვაკუთხედი“ ("Energy security - the cornerstone of the country's sustainable development")

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 5 ნოემბერი, 2021 წ, თბილისი; ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ეკონომიკისა და ბიზნესის ფაკულტეტი VI საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „გლობალიზაციის გამოწვევები ეკონომიკასა და ბიზნესში“ 5 ნოემბერი 2021 (ISBN 978-9941-491-35-1).
2. 5 ნოემბერი 2021 წ, თბილისი; ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ეკონომიკისა და ბიზნესის ფაკულტეტი VI საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „გლობალიზაციის გამოწვევები ეკონომიკასა და ბიზნესში“ (ISBN 978-9941-491-35-1).
3. 17 ნოემბერი, 2021 წ., თბილისი. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და საწარმოო ძალების მდგრადი განვითარების პერსპექტივები“, მიძღვნილი სტუ-ს დაარსებიდან 100 წლისთავისა და აკად. ი.ჟორდანას დაბადებიდან 90 წლისთავისადმი.
4. 22 ოქტომბერი, 2021 წ., თბილისი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი - საერთაშორისო სამეცნიერო ფორუმი „თანამედროვე ტრენდები ეკონომიკაში, ტექნოლოგიებსა და განათლებაში“. მიძღვნილი სტუ-ს დაარსების 100 წლისთავისადმი.
5. 17 ნოემბერი, 2021 წ., თბილისი. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და საწარმოო ძალების მდგრადი განვითარების



16. 17 ნოემბერი, 2021 წ., თბილისი. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და საწარმოო ძალების მდგრადი განვითარების პერსპექტივები“, მიძღვნილი სტუ-ს დაარსებიდან 100 წლისთავისა და აკად. ი.ჯორდანას დაბადებიდან 90 წლისთავისადმი.

17. 17 ნოემბერი, 2021 წ., თბილისი. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და საწარმოო ძალების მდგრადი განვითარების პერსპექტივები“, მიძღვნილი სტუ-ს დაარსებიდან 100 წლისთავისა და აკად. ი.ჯორდანას დაბადებიდან 90 წლისთავისადმი.

18. 12 თებერვალი, 2021 წ., თბილისი. საერთაშორისო კონფერენცია: „მეცნიერება, განათლება, ინოვაცია: აქტუალური საკითხები და თანამედროვე ასპექტები“.

19. 10 ივნისი, 2021 წ. თბილისი. III საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია "ენერგეტიკის თანამედროვე პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები", თბილისი, საქართველო III International Scientific and Technological Conference "Modern problem of power engineering and ways of solving them", Tbilisi, Georgia, 10 June, 2021 №2 (98) /2021 .

*მოხსენების ანოტაცია, რომელიც ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა*

1. გამოქვეყნებულია თსუ-ს ეკონომიკის და ბიზნესის ფაკულტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებულში; ISBN 978-9941-491-35-1

2. გამოქვეყნებულია თსუ-ს ეკონომიკის და ბიზნესის ფაკულტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებულში; ISBN 978-9941-491-35-1

3. გადაცემულია კრებულში გამოსაქვეყნებლად

4. გამოქვეყნებულია ფორუმის მასალებში - ჟურნალი „ბიზნეს-ინჟინერინგი“ N3-4, 2021 წ.; ჟურნალი (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველოს საინჟინრო აკადემია) დარეგისტრირებულია საერთაშორისო საძიებო სისტემაში Google Scholar <http://scholar.bpengi.com>.

5. საზოგადოების და ეკონომიკის განვითარების თანამედროვე ეტაპი ხასიათდება წყალზე მოთხოვნილების მზარდი ტენდენციით, რომლის დაკმაყოფილება არსებული რესურსებით სულ უფრო რთულდება. სუფთა, ხარისხიანი წყლის რესურსებით მოსახლეობის უზრუნველყოფა და მსოფლიოში უკვე გამოვლენილი მტკნარი წყლის მწვავე დეფიციტი ერთ-ერთი გლობალური პრობლემაა. წყლის რესურსი, საქართველოს მრავალფეროვან ბუნებრივ რესურსებს შორის, ერთ-ერთი მთავარი ეროვნული სიმდიდრეა. ადგილზე ფორმირებული მტკნარი წყლის ფენის საშუალო წლიური სიდიდით (810 მმ), საქართველოს ერთ-ერთი პირველი ადგილი უკავია პოსტსაბჰოთა სივრცეში, ხოლო წყლის ადდგენადი რესურსების მიხედვით, მსოფლიოს ქვეყნებს შორის ის 87-ე ადგილზე იმყოფება. საქართველოს წყლის რესურსი (აღმოსავლეთ საქართველოს წყლის მარაგი 10 მლრდ მ<sup>3</sup>-ს შეადგენს, დასავლეთ საქართველოში - 50 მლრდ. მ<sup>3</sup>-ს) ფართოდ გამოიყენება ქვეყნის ეკონომიკის ყველა დარგში. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია წყალმომხმარება მოსახლეობის სასმელ-საყოფაცხოვრებო და მიწების მორწყვის საჭიროებაზე. წყლის რესურსების გამოყენებისა და

ექსპლუატაციის ინდექსი (საერთო წლიური წყლის მოხმარება (პროცენტებით) მტკნარი წყლის განახლებად გრძელვადიან საშუალო წლიურ მოცულობებთან შედარებით) ქვეყანაში დაბალია და მხოლოდ 4% - ს შეადგენს, თუმცა ყოველწლიურად იზრდება მტკნარი წყლის გამოყენების საერთო საშუალო წლიური მაჩვენებელი.

აღმოსავლეთ საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო მიწებზე მოსავლის მისაღებად აუცილებელი პირობაა ჰიდრომელიორაცია. ქვეყანაში არსებული სარწყავი სისტემების მდგომარეობა ვერ პასუხობს თანამედროვე ტექნიკურ მოთხოვნებს და სრული დატვირთვით ვერ მუშაობს. სარწყავი ქსელების მდგომარეობა მნიშვნელოვნად გაუარესდა 90-იანი წლების შემდეგ, რის გამოც შემცირდა მორწყული მიწის ფართობები და შესაბამისად, სარწყავი წყალმოხმარებაც. სათანადო ყურადღებას იმსახურებს სარწყავი სისტემის მარგი ქმედების კოეფიციენტის გაზრდის ღონისძიებები, რომლებიც ამჟამად 0.3 – 0.4-ს არ აღემატება. იმის გამო რომ, სარწყავი არხების წყლის ფილტრაციის შედეგად ხდება მიმდებარე ტერიტორიების დაჭაობება და დამლაშება, რაც განსაკუთრებით დამახასიათებელია მდ. ალაზნის სარწყავი არხებისათვის, ხდება სასოფლო-სამეურნეო მიწების მნიშვნელოვანი ნაწილის გამოთიშვა სასოფლო-სამეურნეო წარმოებიდან, ამიტომ სარწყავი სისტემების მდგომარეობა საჭიროებს ძირეულ რეკონსტრუქციას. სარწყავ არხებთან ერთად მიზანშეწონილია სადრენაჟო სისტემების მშენებლობაც, ვინაიდან გასათვალისწინებელია კლიმატის გლობალური დათბობის პროცესების გააქტიურების გამო სარწყავი მიწების ფართობების მოსალოდნელი ზრდა. ჭაბურღილების მეშვეობით შესაძლებელი იქნება რიგ მუნიციპალიტეტებში მაღალი ხარისხის სასმელი წყალმომარაგების პრობლემის გადაწყვეტაც, იმ შემთხვევაშიც კი თუ ადგილი ექნება მომავალში არსებული კლიმატის გადასვლას ძლიერ არიდულ კატეგორიაში. ეს გარემოება ცხადია გამოიწვევს სარწყავი წყალმოხმარების გაზრდას. აუცილებელია მდინარეთა დარეგულირება წყალსაცავების, საკოლექტორო-სადრენაჟო ქსელების მშენებლობით, მორწყვის პროცესის ავტომატიზაცია, მოქმედი არხების პერიოდული გაწმენდა, მიწის კალაპოტის მოპირკეთება და სხვა., რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს წყლის ზედმეტ ხარჯს, მოაწესრიგებს სარწყავი სისტემების მდგრად ფუნქციონირებას და თავიდან აგვაცილებს მიწების ეროზიის, დაჭაობების, დამლაშების პროცესების განვითარებას. მიზანშეწონილია მორწყვის პროგრესული მეთოდების ფართოდ დანერგვა, რომლებიც მნიშვნელოვნად ამცირებენ წყლის ხვედრით ხარჯს ერთეულ პროდუქციაზე. ეს მეთოდები ეფექტურია საქართველოსთვის, სადაც სარწყავი მიწების ფართობები და კონტურები მცირეა.

6. მოხსენებაში განხილულია ბუნებრივი სათიბ-სამოვრების მართვის სრულყოფის პრობლემები თანამედროვე ეტაპზე. ქვეყანაში ტრადიციულად ჩამოყალიბებულია სამოვრების მართვის ნაკლოვანი პრაქტიკა, რომლის შედეგადაც ადგილი აქვს ბუნებრივი სათიბ-სამოვრების დეგრადაციას, ნიადაგის ეროზიული პროცესების განვითარებას, რაც საბოლოოდ იწვევს სამოვრების პროდუქტიულობის დაქვეითებას. ნაშრომში ჩვენს მიერ წარმოდგენილია წინადადებები და რეკომენდაციები, რომელთა პრაქტიკაში დანერგვის შედეგად შესაძლებელი გახდება ბუნებრივი სათიბ-სამოვრების ინტეგრირებული მართვის სისტემაზე გადასვლა, რაც საბოლოო ჯამში უზრუნველყოფს ქვეყნის ამ უნიკალური ეკოსისტემის რაციონალურ გამოყენებას და მისი ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნება-აღდგენას.



7. მოხსენებაში განხილულია ცოდნაზე დაფუძნებული ეკონომიკის განვითარება. აღნიშნულია, რომ გონივრულ ეკონომიკურ პოლიტიკას ცოდნაზე დაფუძნებული ეკონომიკის ჩამოყალიბების დაჩქარება შეუძლია. ამასთან ერთად, გარკვეული ქვეყნების მთავრობებმა დასახეს ცოდნაზე დაფუძნებული ეკონომიკური სექტორების განვითარების სტრატეგიული გეგმები. ავტორების აზრია, რომ სამხრეთ კავკასიის ქვეყნების რეგიონული განვითარებისა და თანამშრომლობის პრიორიტეტებთან ერთად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება პირდაპირი და უცხოური ინვესტიციების მოზიდვას.

8. ტურისტული კლასტერების სახელმწიფო დონეზე რეგულირების უმნიშვნელოვანესი მიდგომა მისი ვერტიკალური მართვა, რომელიც მოიცავს შესაბამისი მიზნობრივი პროგრამების შემუშავებას და განხორციელებას. საქართველოს რეგიონებში ტურისტული კლასტერის ფორმირების მიზნით მეტად მნიშვნელოვანია ისტორიულ ღირსშესანიშნაობათა, ეკოტურიზმის ობიექტების, რეგიონის სასტუმროების მომსახურების, საზოგადოებრივი კვების ობიექტების, ტურისტების უსაფრთხოების, სამედიცინო და სადაზღვევო, სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ობიექტების განვითარება. კახეთის რეგიონში ტურისტული კლასტერის ფორმირები ანალიზის ძირითად ინსტრუმენტად ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა ეკონომიკაში ფართოდ ცნობილი PEST-ს ანალიზი. იგი საშუალებას იძლევა გაფართოვდეს მიწოდებული სერვისების სპექტრი, რათა მაქსიმალურად გაიზარდოს მომხმარებელთა კმაყოფილება და ტურისტული ბაზრის მონაწილე ერთეულთა რაოდენობა, რომელბიც ჩართულნი არიან კლასტერის მშენებლობაში.

9. გადაცემულია კრებულში გამოსაქვეყნებლად

10. გადაცემულია კრებულში გამოსაქვეყნებლად

11. გადაცემულია კრებულში გამოსაქვეყნებლად

12. XXI საუკუნეების მთელმა რიგმა „დაუგეგმავმა“, ტურბულენტურმა ეკონომიკურმა და პოლიტიკურმა პროცესებმა და შესაბამისმა სოციალურმა შედეგებმა გამოიწვიეს გლობალური განვითარების ახალი, სწორედ სარესურსო არსის მქონე პარადიგმის ჩამოყალიბება, რამაც სარესურსო პოლიტიკის რადიკალური გადახედვისა და კორექტირების აუცილებლობა მოითხოვა.

ინტეგრალური რესურსების დაყოფა მხოლოდ მატერიალურ, ადამიანურ და ბუნებრივ რესურსებად, იმის მიუხედავად, რომ ყოველი მათგანის აქტუალობა და როლი არ შეცვლილა, სრულად ვეღარ ასახავს რესურსების მრავალფეროვნებასა და მათი მართვისა და რაციონალური გამოყენების ყველა ასპექტს. გლობალური განვითარების ხასიათი და თავისებურებები მოითხოვს ე.წ. პარციალური რესურსების იდენტიფიცირებასა და ინტეგრალური რესურსების ზოგად სტრუქტურაში მათ ადეკვატურ ასახვას.

კაცობრიობის განვითარებამ მკაფიოდ გამოხატული ანიზოტროპიული ხასიათი მიიღო, რაც ახალი კონფლიქტების, რასიზმის, სეგრეგაციის, დემოკრატიული ინსტიტუტების კრახის მიზეზი შეიძლება აღმოჩნდეს.

ამ პირობებში განსაკუთრებული ყურადღება და ძალისხმევაა საჭირო ყოველი ქვეყნისათვის მხოლოდ მისთვის გამოსადეგი განვითარების მაქსიმალურად კონკრეტიზირებულ მოქმედებათა პროგრამის ჩამოყალიბებასა და რეალიზაციისათვის.

ასეთი პროგრამების საკვანძო საკითხია ქვეყნის განვითარების პრიორიტეტები განსაზღვრა და მათი რეალიზაციის უზრუნველყოფელი ინტეგრალური რესურსების მართვისა და გამოყენების ოპტიმალური სქემებისა და რეჟიმების შემუშავება.

წარმატებას ის ქვეყნები მიაღწევენ, რომლებიც შეძლებენ თავისი მიზნებისა და სურვილების და საკუთარ შესაძლებლობათა და უნარების დაბალანსებას, ანუ მდგრადი განვითარებისათვის პირობების ჩამოყალიბებას, რაც ბევრად არის დამოკიდებულია მათი ინტეგრალური რესურსების სტრუქტურასა და მახასიათებლებზე.

2020 წლის დასაწყისიდან ვითარება საქართველოში უკიდურესად რთულდება. პანდემიის თემას რომ ავცდეთ, უნდა შევთანხმდეთ, რომ საქართველოს მდგომარეობა სტაბილურად მძიმე კი არ არის, არამედ იკვეთება „არ გამოსწორების“ დინამიკის ნიშნებიც. ჩინეთის და რუსეთ-აზერბაიჯან-სომხეთ-თურქმენეთის მიერ განხორციელებული მოქმედებებით, საქართველომ მიმდინარე ეტაპზე არა მხოლოდ დაკარგა სატრანსპორტო დერეფნის და ენერგეტიკული ჰაბის ფუნქცია, რაც თავისთავად მის გეოპოლიტიკურ და გეოსტრატეგიულ რესურსებს ძალზე ამცირებს, არამედ მისმა საინვესტიციო მიზნიდევლობამაც სერიოზული დანაკლისი განიცადა.

ერთადერთი გამოსავალი არსებული მდგომარეობიდან არის მკვეთრი შემობრუნება სამრეწველო დარგების აღორძინებისა და საექსპორტო პროდუქციის სტრუქტურის გამრავალფეროვნებასა და, რაც მთავარია, მისი მოცულობის არსებით ზრდაში.

13. რესურსების ტრადიციული კლასიფიკაციები წლების განმავლობაში უცვლელია. ხდება მხოლოდ ზოგიერთი რესურსის დასახელების კორექტირება და შინაარსის დაზუსტება.

მაგრამ დრომ, კაცობრიობის განვითარების ხასიათმა, სამეცნიერო-ტექნოლოგიურმა პროგრესმა, უძლიერესმა პოლიტიკურმა და სოციალურმა ძვრებმა და განსაკუთრებით რესურსების განვითარების საბაზო ფაქტორად ჩამოყალიბებამ, დღის წესრიგში დააყენა ასეთი კლასიფიკაციების დაზუსტების, გაფართოების, შინაარსობრივი კონკრეტიზაციისა და რაც მთავარია - რესურსების მრავალსახა თვისებებისა და პარამეტრების მიხედვით ადექვატური ასახვისა და რანჟირების აუცილებლობა.

ინტეგრალური რესურსების უნივერსალური კლასიფიკაციის პრინციპულად ახალი კომპონენტია ე.წ. „მონაცემთა რესურსი“, რომელიც ბოლო წლებში “Big Data”-ს სახელით არის ცნობილი და რომელთა განსაკუთრებულ ადგილი და როლი თანამედროვე ცხოვრებაში დამატებით განმარტებებს არ საჭიროებს. უმთავრესი და აუცილებელი თვისება, რომელსაც ეს რესურსი უნდა აკმაყოფილებდეს - ეს არის მონაცემთა ობიექტურობა და დასახასიათებელი ფენომენის ადექვატური აღწერა.

მკაფიოდ გამოიკვეთა გლობალური განვითარების მიმდინარე ეტაპის ძირითადი ტრენდი - ინტეგრალური რესურსების ფაქტორის მკვეთრი ამაღლება და მისი გადაამწყვეტი ზემოქმედება უკლებლივ ყველა სახის გლობალურ პროცესებზე. ინტეგრალური რესურსების ტრადიციული კომპონენტები: საწარმოო ძალები, ბუნებრივი და მატერიალური რესურსები - თავისთავად ვეღარ განიხილებიან პოლიტიკური გავლენების, ეკონომიკური ზრდისა და მაღალი სოციალური სტანდარტების მიღწევის ერთადერთ უმთავრეს ფაქტორებად. პირიქით - მათი მფლობელი სახელმწიფოები, სახელმწიფოთა გაერთიანებები, სამხედრო კავშირები ასეთი რესურსების მძევლები ხდებიან, რადგან ძირითადი ძალისხმევა უნდა მიმართონ მათ მფლობელობაში არსებული რესურსებისადმი აგრესიული ინტერესების ფორმირების და მათი განხორციელების მიმართ წინააღმდეგობის გაწევაზე და არა რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და ოპტიმალური მართვის უზრუნველყოფაზე.

წინამდებარე მოსაზრებები განკუთვნილია რესურსული პოლიტიკის და ინტეგრალური რესურსების პრობლემებისადმი ღრმა და სისტემური მიდგომებისა და ახალ, არატრადიციულ ხედვებზე დაფუძნებული მსჯელობის დაწყებისთვის, რის გარეშე შეუძლებელი იქნება თანამედროვე მოვლენებისა და პროცესების გაანალიზება და ეფექტიანი მართვა, ისევე, როგორც მომავლის მოვლენებისა და პროცესების პროგნოზირება მშვიდობიანი თანაარსებობისა და მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად.

14. მსოფლიოში ინტენსიურად ყალიბდება სრულიად ახალი და უპრეცედენტო რეალობა. 2020 წელი კაცობრიობის ისტორიაში შევა, პანდემია „კოვიდ-19“-ის სახელით. მაგრამ მიუხედავად მისი გრანდიოზული მასშტაბისა და გლობალურ ეკონომიკასა და ადამიანთა ფსიქიკასა და მსოფლხედვაზე მნიშვნელოვანი ნეგატიური ზემოქმედებისა, უფრო მართებულია ჩავთვალოდ ის მხოლოდ ერთ ცალკეულ ეპიზოდად იმ უპრეცედენტო პროცესებისა, რომლებიც მიმდინარეობს მსოფლიოში.

უკვე გაჩნდა და ამუშავდა ინფორმაციული, საფინანსო, ეკონომიკური, პოლიტიკური და სამხედრო ტექნოლოგიები, რომელთაც უნარი აქვთ სერიოზული ზიანი მიაყენონ ეროვნულ სუვერენიტეტებს იმ საკითხებში, რომლებიც ეხება ადამიანთა ცხოვრების საფუძვლებს, მათი არსებობის უზრუნველყოფელ საშუალებებს, მათ უსაფრთხოებას.

2021-2022 წლებში მოსალოდნელია იმ საკვანძო ვექტორების გამოკვეთა და ჩამოყალიბება, რომლებიც საფუძველს ჩაუყრიან ტრადიციულისგან განსხვავებულ ცნობიერებას, აზროვნებას და პრაქტიკას. ამავე დროს ცხადი ხდება რომ მეოცე საუკუნისთვის დამახასიათებელი ზოგადი მსჯელობები, დისკუსიები და თეორიები პოლიტიკურ, ეკონომიკურ და სოციალურ პრობლემებზე კარგავს თავის აქტუალობას და რეალიზაციის პერსპექტივებს. წინა პლანზე გამოდის რადიკალური პრაგმატიზმი, რომელიც უახლოესი 20—25 წლის განმავლობაში კაცობრიობის სტაბილური საარსებო პირობების ჩამოყალიბებისა და შენარჩუნების, მდგრადი გლობალური და რეგიონული განვითარების უმთავრესი ფაქტორი გახდება.

სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების კონცეფციები და პროგრამები უკვე მკაფიოდ და უაპელაციოდ მოითხოვენ ლაკონურობას, კონკრეტულ და მკაფიო შინაარსსა და რეალიზაციის დინამიურ და საიმედო სქემებს. ასეთ პირობებში, უმთავრესი ამოცანაა, რომ გლობალური პროცესების ძირითადი აქტორების ინტერესები და მიზნები წინააღმდეგობაში არ მოვიდეს ადამიანების ძირითად ინტერესებსა და მიზნებთან. საქართველოში შექმნილმა მდგომარეობამ მკაფიოდ დასვა მნიშვნელოვანი ამოცანა - განხორციელდეს პროექტი, რომლის ფარგლებშიც მოხდება საქართველოს ინტეგრალური რესურსული პოტენციალის დაზუსტება და ანალიზი, რაც საფუძვლად დაედება მისი მაღალეფექტიანი გამოყენებისა და მართვის სრულყოფილი სისტემის შექმნას. პროექტს ეწოდება „საქართველოს ინტეგრალური რესურსები - კვლევა, ანალიზი, პროექტები“.

საერთაშორისო პრაქტიკაში არსებული მსგავსი თემატიკისაგან წინამდებარე პროექტის განმასხვავებელი თავისებურება არის ის, რომ პირველად მოხდება თითოეული პრიორიტეტული სარესურსო ერთეულის ათვისებისა და გამოყენების ბიზნეს-სქემის შემუშავება, რაც განსაკუთრებულ როლს შეასრულებს საინვესტიციო უზრუნველყოფის მიზანშეწონილობისა და ინვესტიციის რენტაბელობის დონის პროგნოზირებაში.

პროექტის წარმატებული განხორციელების შემთხვევაში, მივიღებთ რიგი თანამედროვე გამოწვევების ეფექტიანი გადაწყვეტის ალგორითმებსა და მოდელებს, ხოლო კვლევის შედეგები შეიძლება საფუძვლად დაედოს ქვეყნის რესურსული პოლიტიკისა და სოციალურ-ეკონომიკურ-ეკოლოგიური განვითარების ინოვაციური მოდელის შემუშავებას.

15. საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ნებისმიერი ქვეყნისათვის აუცილებელია ბუნებრივი და ადამიანური რესურსების პოტენციალის ობიექტური შეფასება.

ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს საქართველოს მხარეების (რეგიონების) მიხედვით, საწარმოო ძალების და ბუნებრივი რესურსების ელექტრონული საინფორმაციო პლატფორმის შექმნის მეთოდოლოგიის დამუშავება. პლატფორმაზე წარმოდგენილი იქნება ინფორმაცია კონკრეტული რესურსის შესახებ (ადგილმდებარეობა, მარაგები, აღწერილობა, გამოყენების სფერო, ტექნოლოგიური სიახლეები, ეკოლოგიური უსაფრთხოება, საინვესტიციო შესაძლებლობები და სხვ.). პლატფორმა მომავალში საფუძვლად დაედება მხარეების/ქვეყნის განვითარების კომპლექსურ ანალიზს, პროგნოზებისა და პროგრამების ჩამოყალიბებას.

ნაშრომი აქტუალურია, რამდენადაც იგი ემსახურება ქვეყნის მდგრადი განვითარების სტრატეგიული ამოცანების გადაჭრას. ნაშრომის სიახლეს/ორიგინალობას განაპირობებს საწარმოო ძალების და ბუნებრივი რესურსების ერთიანი (და არა ცალკეული რესურსების მიხედვით) ელექტრონული საინფორმაციო სისტემის შექმნა, კვლევების კომპლექსურობა, საკვლევი ობიექტების განხილვა ერთიან სივრცეში, რესურსულ პოტენციალზე დამყარებული რეგიონების მდგრადი განვითარების კონცეპტუალური და მეთოდოლოგიური მიდგომების დამუშავება.

16. გადაცემულია კრებულში გამოსაქვეყნებლად

17. გადაცემულია კრებულში გამოსაქვეყნებლად

18. გამოქვეყნებულია ჟურნალში „ენერჯია“ №2 (98) /2021; ISSN: 2587 – 5000)

19. გამოქვეყნებულია საქართველოს ეკონომიკის კვლევის და განვითარების ინსტიტუტის სამეცნიერო ჟურნალში - „ეკონომიკა და ფინანსები“; ISSN 1512-0120

## 8. 2. უცხოეთში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. N.Grdzelishvili

2. Н.Грдзелишвили

3. K.Vezirishvili-Nozadze, E.Pantskhava, M.Jishkaiani

4. K.Vezirishvili-Nozadze, M.Jishkaiani, E.Pantskhava

5. K.Vezirishvili-Nozadze, M.Jishkaiani, E.Pantskhava

6. K.Vezirishvili-Nozadze, M.Jishkaiani, E.Pantskhava

7. K.Vezirishvili-Nozadze, M.Jishkaiani, E.Pantskhava

2) მოხსენების სათაური

1. What Is Ethics and Why It Is Important for Public Administration. (გამოქვეყნებულია კონფერენციის მასალებში; DOI: 10.30525/978-9934-26-036-0-14).

2. Православное учение об управлении и распоряжении церковным имуществом и монастырским хозяйством. (გამოქვეყნებულია კონფერენციის მასალებში ISBN 978-985-7145-48-5).

3. Energy efficiency-the most important factor in increasing the country's energy independence („ენერგოეფექტურობა - ქვეყნის ენერგოაღმოსავლენის უზრუნველყოფის უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი“, ლონდონი, დიდი ბრიტანეთი; გამოქვეყნებულია კონფერენციის მასალებში; ISBN 978-92-9472-197-6)

4. Renewable and non-traditional energy sources („ენერჯის ცვალბადი განახლბადი და არატრადიციული წყარობი“, მიუნხენი, გერმანია; გამოქვეყნებულა კონფერენციის მასალეზში; ISBN 978-3-954753-02-4).
5. The impact of climate change on Georgia's energy sector - Vulnerability and Adaptation („კლიმატის ცვლილების გავლენა საქართველოს ენერჯეტიკის სექტორზე - მოწყვლადობა და ადაპტაცია“, კიოტო, იაპონია; გამოქვეყნებულა კონფერენციის მასალეზში; ISBN:978-4-9783419-5-2).
6. Climat change impact assessment on energy („ენერჯეტიკაზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შეფასება“, ანკარა, თურქეთი; გამოქვეყნებულა კონფერენციის მასალეზში; ISBN-978-625-7898-38-6)
7. Promoting the development of renewable solar and wind sources in Georgia („მზის და ქარის განახლბადი წყარობის ათვისების ხელშეწყობა საქართველოში“, სტამბული, თურქეთი; გამოქვეყნებულა კონგრესის მასალეზში; ISBN:978-605-70671-3-5).

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 2021, UK. Integration of Business Structures: Competition And Cooperation: V International Scientific-Practical Conference. (DOI: 10.30525/978-9934-26-036-0-14)
2. 29–31 января 2021 г., Минск, Беларусь. Минская духовная академия; Белорусский государственный университет, экономический факультет кафедра международной политической экономики; Европейская исследовательская ассоциация «Oikonomos»; Общественное благотворительное объединение “Центр поддержки семьи и материнства «Матуля»”; Институт теологии Белорусского государственного университета; Социум и христианство; Сборник статей участников V Международной научно-практической конференции (ISBN 978-985-7145-48-5)
3. 10-12 February, 2021, London, UK. The world of science and innovation: VII International Scientific-Practical Conference. 2021.
4. 28 March, 2021, Munich, Germany. For being an active participant in VIII international Scientific and Practcal Conference , "Actual trends of modern scientific research"
5. 1-3 April, 2021, Kyoto, Japan. VII International Scientific and Partical Conference, "Science and education: problems, Prospects and inovations".
6. 27-28 March, 2021, Ankara, Turkey. International conference on contemporary scientific studies-V
7. 4-5 June, 2021, Istanbul, Turkey. International Modern Scientific Research Congress ISBN: 978-605-70671-3-5.

*მოსხენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალეზში არ გამოქვეყნებულა)*

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

დაწესებულეზისთვის მნიშვნელოვანი აქტივობები:

1. 2021 წლის 17 ნოემბერს ცენტრში ჩატარდა საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და საწარმოო ძალების მდგრადი განვითარების პერსპექტივები“, მიძღვნილი სტუ-ს დაარსებიდან 100 წლისთავისა და აკად. ი.ჟორდანის დაბადებიდან 90 წლისთავისადმი;

2. 2021 წელს ცენტრის მიერ გამოიცა რეფერირებადი და რეცენზირებადი სამეცნიერო ჟურნალის „საქართველოს საწარმოო ძალები და ბუნებრივი რესურსები“ პირველი ნომერი, რომელიც მიეძღვნა სტუ-ს 100 წლის იუბილეს;
3. 2021 წელს ცენტრის მეცნიერი თანამშრომლის რუსუდან ფირცხალავას მიერ დასაცავად მომზადდა სადოქტორო ნაშრომი თემაზე: „მიწის ფონდის ტრანსფორმაციის პრობლემები საქართველოში“ ხელმძღვანელი: ნ. ჭითანავა - ცენტრის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი;
4. 18.04.2021 წ. ცენტრის მთავარმა მეცნიერ თანამშრომელმა, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატმა გ. თალაკვაძემ ცენტრის სამეცნიერო საბჭოს გაფართოებულ სხდომაზე გააკეთა მოხსენება თემაზე: „საქართველოს ძირითადო პრიორიტეტები და ინტეგრალური რესურსები“ ;
5. 08.11.2021 წ. ცენტრის მთავარმა მეცნიერ თანამშრომელმა, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატმა გ. თალაკვაძემ სტუ-ს ნ.მუსხელიშვილის სახ. გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს გაფართოებულ სხდომაზე გააკეთა მოხსენება თემაზე: „საქართველოს 2021-პრიორიტეტები ინტეგრალური რესურსები“.

## ბიოტექნოლოგიის ცენტრი

2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ***in vitro*** ბიოტექნოლოგიური მეთოდების გამოყენება ბოსტნეული და მერქნიანი მცენარეების სარგავი და სანერგე მასალის მისაღებად და მათი აპრობაცია საქართველოს სხვადასხვა სოფლებში, ამა თუ იმ დარგის განვითარების შესაბამისად. ( სოფლის მეურნეობა- აგრობიოტექნოლოგია )

1. კარტოფილის *in vitro* სინჯარის მცენარეების შენახვა - განახლება (კოლექცია);

2. კარტოფილის ტუბერიზაცია *in vitro* პირობებში და მიკროტუბერების გატანა ღია გრუნტში ელიტური თესლის მიღების მიზნით.

3. კაკლის *in vitro* მცენარეების კოლექციის შექმნა და საქართველოს პირობებზე ადაპტირებული ჯიშების შერჩევა.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2022წწ

2. 2018-2022წწ

3. 2018-2022წწ

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. მაია კუხალიშვილი (ბიოტექნოლოგიის ცენტრის დირექტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკოლოგიის დოქტორი, პროფესორი, პროექტის ხელმძღვანელი)

2. ივეტა მეგრელიშვილი (მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ბიოლოგიის დოქტორი, ვირუსული ინფექციების კონტროლი)

3. თამარ შამათავა (უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკოლოგიის დოქტორი, მცენარეული დაავადებების კონტროლი)

4. ეკატერინე ბულაური (მეცნიერი თანამშრომელი, *in vitro* კოლექციის განახლება, მულტიპლიკაცია)

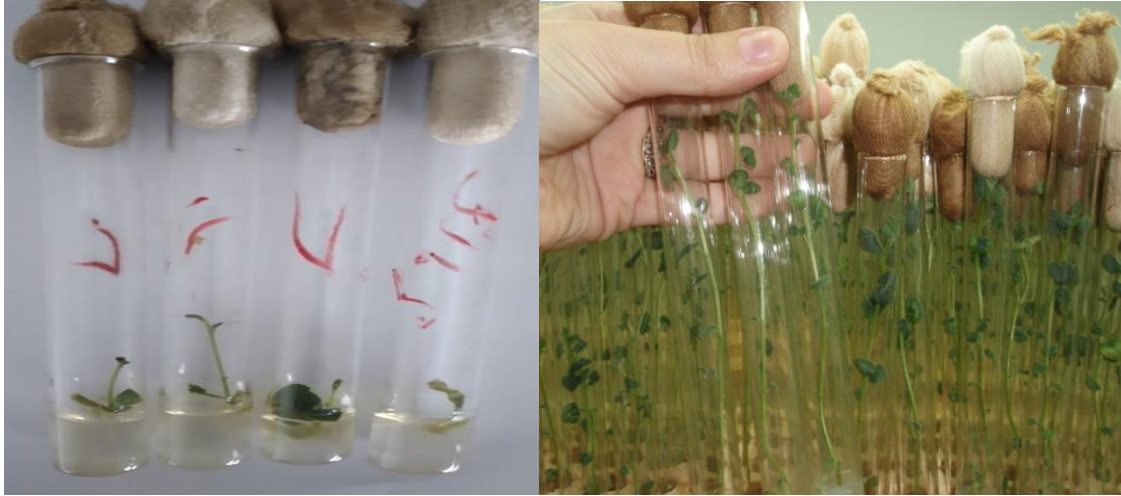
5. თამარ ჭიპაშვილი (მეცნიერი თანამშრომელი, *in vitro* მცენარეები განვითარების კონტროლი ფიტოტრონში)

***კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)***

### 1.1 ქვე პროექტი: კარტოფილის *in vitro* სინჯარის მცენარეების შენახვა - განახლება (კოლექცია)

საანგარიშო პერიოდის განმავლობაში, მოხდა აპიკალური მერისტემის მეთოდის გამოყენებით, საქართველოში შემოტანილი ინტროდუცირებული კარტოფილის ჯიშებიდან *in vitro* ლაბორატორიაში დედა მცენარეების მიღება. არსებულ კოლექციას დაემატა კარტოფილის 2 გერმანული ჯიშის: „რედ სონია“ და „ვეგა“, ორივე ჯიშის საშუალო საადრეოა და დიდი პოპულარობით სარგებლობს ადგილობრივ ფერმერებში. დედა მცენარეები მიღებამდე ტუბერები შემოწმებული იქნა 6 სახის ვირუსულ დაავადებაზე: PLRV, PVY, PVX, PVS, PVA, PVM EPPO სტანდარტების მიხედვით. ვირუსულ ინფექციებზე შემოწმება ხდება იმუნოფერმენტული DAS- ELIZA მეთოდით Bioreba AG სადიაგნოსტიკო ნაკრების ინსტრუქციის მიხედვით. ჯანსაღი კარტოფილის ტუბერების ღივებიდან მიღებულ იქნა ზემოთ აღნიშნული ორივე ჯიშის დედა მცენარეები აპიკალური მერისტემის მეთოდით. სინჯარის მცენარეების გაზრდა ხდება ჩვენს მიერ მოდიფიცირებულ MS მედიუმზე ( 6 % საქაროზა+ 0.1% 3-ინდოლბუთილის მჟავა ), ასეთმა მოდიფიცირებულმა საკვებმა არემ დააჩქარა (14 დღით) დედა მცენარეების მიღება ჩვეულებრივ კლასიკურ MS საკვებ არესთან შედარებით. მიღებული მცენარეებისაგან განახლებულია უვირუსო კარტოფილის სინჯარის მცენარეების კოლექცია. საკოლექციო მცენარეები ინახება ფიტოტრონში ტემპერატურა - 25-26 °C, ტენიანობა - 70-75 % , განათება - 5000 ლუქსი, ფოტოპერიოდი - 16 დღე სინათლე და 8 დამე სიბნელე.

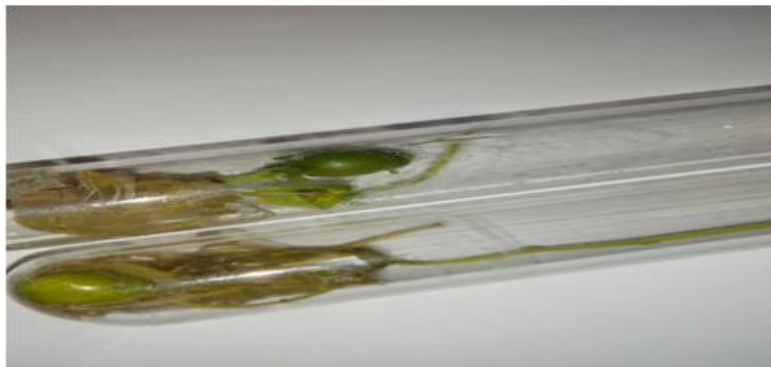
პროექტი გარდამავალია, რადგანაც საქართველოში ყოველწლიურად შემოდის სხვადასხვა, უმაღლესი ხარისხის კარტოფილის ჰიბრიდული ჯიშები და მათი კოლექციაში მოქცევა აუცილებელია და ამავე დროს პრიორიტეტულია, არამარტო ბიოტექნოლოგიის ცენტრისთვის, არამედ საქართველოსთვისაც. თითოეული მცენარიდან შესაძლებელია მივიღოთ გენეტიკურად იდენტური ათასობით მცენარე და თითოეულ მათგანს შეუძლია მოგვცეს უმაღლესი ხარისხის ელიტური სარგავი მასალა. ამ ეტაპზე ბიოტექნოლოგიის ცენტრის კარტოფილის *in vitro* კოლექციაში თავმოყრილია კარტოფილის 56 ჯიში.



სურათი 1. აპიკალური მერისტემის მეთოდი და *in vitro* რეპროდუქცია.

## 1.2 ქვეპროექტი: კარტოფილის ტუბერიზაცია *in vitro* პირობებში და მიკროტუბერების გატანა ღია გრუნტში ელიტური თესლის მიღების მიზნით.

ჩვენს მიერ მოდიფიცირებულ საკვებ არეზე MS მედიუმზე ( 6 % საქაროზა + 0.1% 3-ინდოლბუთილის მჟავა + 0,1 % იუკი ), ფიტოტრონიში (ტემპერატურა 26-27 °C, ტენიანობა 75 %, განათება 5500 ლუქსი, ფოტოპერიოდი 16 დღე სინათლე 8 დამე სიბნელე) მიღებულ იქნა *in vitro* სინჯარაში კარტოფილის მიკრო ტუბერები. სურათი 1.



კვლევისთვის აღებული იყო ჯიში „სანტე“, ჩვენს ცენტრში არსებული უვირუსო კარტოფილის სინჯარის მცენარეების კოლექციიდან.

საქართველოში არსებული კოვიდ სიტუაციიდან გამომდინარე, ვერ მოხერხდა მიღებული მიკროტუბერების გატანა ღია გრუნტში, თუმცა ბიოტექნოლოგიის ცენტრის ტერიტორიაზე, ღია პირობებში, მიწიან - ცეოლიტიან ქოთნებში მოხერხდა მიღებული მიკროტუბერების ჩარგვა. დარგვიდან მთელი ვეგეტაციის პერიოდში ხდებოდა დაკვირვება კარტოფილის მცენარეებზე. ნიადაგი დამუშავდა მხოლოდ ერთხელ სასუქით NPK (60: 120: 60). ხოლო მცენარეები პერიოდულად ( 4 შესხურება) მუშავდებოდა 1%-იანი მწვანე და წითელი კრისტალონით მონაცვლეობით. მცენარეები ირწყვებოდა წყლით. 1,2, 3, 4 . სურათებზე,



ნაჩვენებია *in vitro* მიღებული მიკროტუბერებიდან მცენარის ზრდა -განვითარება შესაბამისი დღეების ( 17 დღე, 35 დღე, 60 დღე, 70 დღე)მიხედვით.



სურათი1.

სურათი 2.

სურათი 3

სურათი 4.

მცენარეები ვითარდებოდა კარგად, დამახასიათებელი ვეგეტატიური აპარატით ( ფოთლები, ღერო, ყვავილები, ფესვთა სისტემა) . თუმცა, ცეოლიტის გამოყენებამ მაინც უარყოფითად იმოქმედა მცენარეების უკეთ განვითარებაზე. მიუხედავად ექსტრემალური პირობებისა, ქოთნებში მიღებული იქნა კარტოფილის სუპერ-სუპერ ელიტური თესლი დარგვიდან 80 დღის შემდეგ. ჩვენი აზრით, უკეთესი იქნებოდა სუპერ-სუპერ ელიტა ამოგველო 60 დღის შემდეგ, რადგანაც 80 დღეზე, თესლი უკვე გადაბერებული იყო. კვლევები გაგრძელდება შემდეგ წელსაც.



საანგარიშო პერიოდში ონის რაიონის სოფელ შარდომეთში, ბიოტექნოლოგიის ცენტრის კარტოფილის *in vitro* სინჯარის მცენარეების კოლექციიდან, გატანილი და დარგული იქნა, ჯიშ „სანტეს“- 150 ცალი ლაბორატორიაში გაკაჟებული მცენარეები. პირველად რაჭაში, ასეთი მცენარეებიდან მიღებული იქნა სუპერ-სუპერ ელიტური კარტოფილის სარგავი მასალა. (სურ.1,2,3,4).მიღებული თესლი სუფთაა ვირუსული

დაავადებებისგან. ვირუსებზე (PVX, PVY, PVA, PVM, PVS) შემოწმება მოხდა იმუნოფერმენტული DAS- ELIZA მეთოდით Bioreba AG სადიაგნოსტიკო ნაკრების ინსტრუქციის მიხედვით.



### 1.3. კაკლის *in vitro* მცენარეების კოლექციის შექმნა და საქართველოს პირობებზე ადაპტირებული ჯიშების შერჩევა.

როგორც ცნობილია, კაკალი ძნელად გასამრავლებელ კულტურას წარმოადგენს, ჩვენი ცენტრის *in vitro* ქსოვილოვანი კულტურების ტექნოლოგიაზე მუშაობის მრავალწლიანი გამოცდილებიდან გამომდინარე შევძელით შეგვექმნა კაკლის *in vitro* კოლექცია ქსოვილოვანი აპიკალური კვირტის მეთოდით. მასალა აღებული იქნა ღია გრუნტში 2-3 წლიანი კაკლის ბაღებიდან, შიდა ქართლის რაიონში ( სოფ. ჯიღაურა). აღებული იქნა კაკლის ახალგაზრდა კალმები მოქმედი კვირტებით, მოხდა მათი დამუშავება ფუნგიციდებით (1% ბენომილი და 1% რიდომილ გოლდი) და მოთავსდა ფიტოტრონში კვირტების გასალივებლად.

მოხდა საუკეთესო სტერილიზაციის კომბინაციის შერჩევა. გამოყენებული იქნა 0.1% ვერცხლის წყლის ქლორიდი და ნატრიუმის ჰიდროქლორიდის სხვადასხვა კონცენტრაცია (8-15%) 70%-იანი ეთილის სპირტთან ერთად, რასაც მოსდევს 3-ჯერადი გარეცხვა გამოხდილი წყლით. სტერილიზაციის ეტაპი მიმდინარეობდა ბაქტერიოციდულ ბოქსებში. სტერილიზაციის ეტაპი არის კაკლის *in vitro* ტექნოლოგიაში ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ეტაპი, ამ დროს მცენარეთა უმრავლესობაზე ვითარდება სხვადასხვა მიკრობული (სოკოვანი და ბაქტერიული) დავადებები, რაც ხელს უშლის მცენარის განვითარებას. ჩვენი სამეცნიერო გუნდის მიერ დადგინდა, რომ 0.1% ვერცხლის წყლის ქლორიდის გამოყენების შემთხვევაში დაბინძურების მაჩვენებელი იყო შედარებით დაბალი -65%, ვიდრე ნატრიუმის სხვადასხვა კონცენტრაციის გამოყენების შემთხვევაში-85%. კაკლის *in vitro* მცენარეების გასაზრდელად გამოყენებული იყო ორი სახის საკვები არე: DKW მედიუმი და ნახევრად ძლიერი MS მედიუმი. მცენარეების გაზრდა მიმდინარეობდა ფიტოტრონში რეგულირებად პირობებში (ტემპერატურა - 25-26 °C, ტენიანობა - 70-75 % , განათება - 5000 ლუქსი, ფოტოპერიოდი - 16 დღე სინათლე და 8 დამე სიბნელე). აღმოჩნდა, რომ ორივე საკვებ არეზე მცენარეები ერთნაირად იზრდებიან, გასხვავება არის შემდგომ მათი დაფესვიანების ხარისხში. (სურ.1)

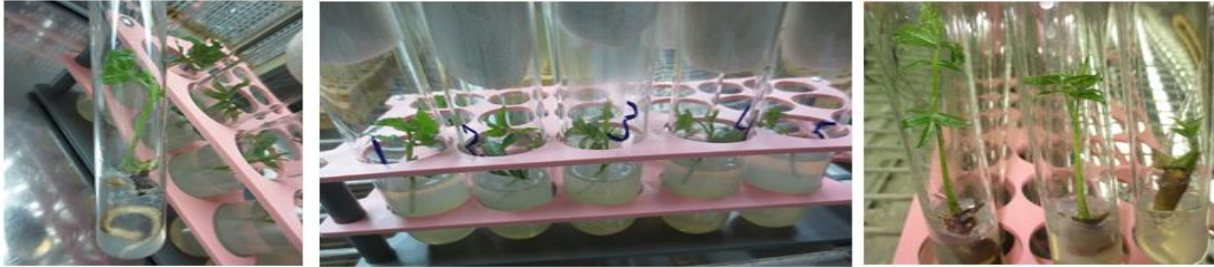
კვლევის შემდგომ ეტაპზე კაკლის *in vitro* დაფესვიანების ხარისხის გაზრდის მიზნით გამოყენებული იქნა ინდოლ-3-ბუთირის მჟავას (IBA) სხვადასხვა კონცენტრაცია (0.005მგ/ლ; 0.05მგ/ლ და 0.1მგ/ლ), აღმოჩნდა, რომ 0.05მგ/ლ IBA-ს გამოყენების შემთხვევაში კაკლის სინჯარის მცენარის ფესვების ინდუცირება ყველაზე ეფექტურია.

ასევე შესწავლილ იქნა 6-ბენზილმინოპურინის (BAP) გავლენა კაკლის *in vitro* მცენარის განვითარებაზე. დადგინდა რომ 1გ/ლ-ში IBA დადებით გავლენას ახდენს კაკლის *in vitro* განვითარებაზე ( სწომდგომი და ძლიერი ღერო და მწვანე და სქელი ფოთლები).

კაკლის *in vitro* მცენარეები ასევე მიღებული იქნა ემბრიონიდან (walnuts embryo culture). ( სურ.2) კაკლის ნაყოფი აღებული იქნა ახალგაზრდა ბაღიდან, სადაც მხოლოდ ერთი ჯიშია განაშენიანებული, ეს საშუალებას



გვამლევს ჯვარედინი დამტვერვის შემთხვევაში თავიდან ავიცილოთ ჯიშის შეცვლა. ეს მეთოდი გამოყენებული იქნა სტერილიზაციის ეტაპის გამარტივების მიზნით (როგორც ავღნიშნეთ ეს ყველაზე რთული ეტაპია). სტერილურ ბოქსებში მოხდა კაკლის ჩანასახის სტერილიზაცია 0.1%-იანი ვერცხლის წყლის ქლორიდით და მათი გადატანა DKW მედიუმის შემცველ სინჯარებში. მცენარეების გაზრდა მიმდინარეობდა ფიტოტრონში რეგულირებად პირობებში (ტემპერატურა - 25-26 °C, ტენიანობა - 70-75 %, განათება - 5000 ლუქსი, ფოტოპერიოდი - 16 დღე სინათლე და 8 ღამე სიბნელე). ამ სახით მიღებული კაკლის ჯიშები მაინც საჭიროებენ გენეტიკურ შემოწმებას (sequences), ჯიშობრიობის დადასტურების მიზნით.



სურ 1. კაკლის in vitro სინჯარის მცენარეები კვირტიდან მიღებული



სურ2. კაკლის in vitro სინჯარის მცენარეები ემბრიონიდან მიღებული

აუცილებლად უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ გასულ წელს წალკის რაიონის სოფელ ახაშენში კარტოფილის *in vitro* სინჯარის მცენარეებიდან მიღებულ იქნა კარტოფილის ჯიშ „სანტეს“ სუპერ-სუპერ ელიტური თესლი. მაგისტრი ვ.უდესიანი, ხელმძღვანელი მ. კუხალეიშვილი. (იხ. 2020 წლის ანგარიში). მიმდინარე წელს უკვე სუპერ-სუპერ ელიტიდან მიღებული იქნა კარტოფილის სუპერ-ელიტური თესლი. ერთი მცენარიდან საშუალოდ 10-12 ტუბერი, რაც 1,5-2.0 -ჯერ მეტია B კლასიდან მიღებულ თესლთან შედარებით. მასალა წარმოდგენილია სურათებით 1.2.3 (კარტოფილის მცენარეები, სუპერ-ელიტის თესლი).



სურათი1.



სურათ2.სუპერ-ელიტა



სურათი 3. სუპერ-ელიტა

2.. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

**„სამკურნალო, არომატული, თაფლოვან, მღებავი, სანელებელი და შხამიანი (სასარგებლო) მცენარეების ბიომრავალფეროვნება, მონიტორინგი, მოვლა - მოყვანის ტექნოლოგიები, ფიტოგენეტიკური რესურსის გაუმჯობესება და კონსერვაცია, ეთნობოტანიკური უნარ-ჩვევები, გამოყენების პერსპექტივები“.**

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით:

10-100 აგრონომია; 9-280 ბუნებათსარგებლობა და მდგრადი განვითარება.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1994 - 2022წწ (გაგრძელება შემდეგად)

**3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)**

1. **თამარ კაჭარავა** - პროექტის ხელმძღვანელი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის პროფესორი, ევროპის კორპორაციის ECP/GR და აზია - ოკეანეთის ქვეყნების - „სამკურნალო და არომატულ მცენარეთა გენეტიკური რესურსი“ -წარმომადგენელი საქართველოში, საგანმანათლებლო სამაგისტრო პროგრამის „სამკურნალო მცენარეების მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია“ ხელმძღვანელი, აფხაზეთის ა/რ მეცნიერებათა ეროვნული და ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიების აკადემიკოსი ;

2. **თინათინ ეპიტაშვილი** - შემსრულებელი, თანამშრომელი, ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის აკადემიური დოქტორი ECP/GR - ევროპის კორპორაციის ბოჭკოვანი კულტურები - სამუშაო ჯგუფის წევრი, მუშაობს მცენარეთა გენეტიკური რესურსების დაცვა - კონსერვაციის მიმართულებით, ბუნებრივი მცენარეული კონსერვანტები და მათი გამოყენება;

3. **ზურაბ გელიაშვილი** - შემსრულებელი, მეცნიერი თანამშრომელი, ქიმიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, პროფესორი, სასარგებლო მცენარეთა ქიმიური შედგენილობა;

4. **მზია ლობჯანიძე** - შემსრულებელი: დოქტორანტი, თავშავას(Origanum) ბიომრავალფეროვნება, მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და გამოყენება;

5. **ქეთი მემარნე** - შემსრულებელი: დოქტორანტი, მოცხარის (*Ribes*) ბიომრავალფეროვნება, მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და გამოყენება;
6. **ნინო მანველიძე** - შემსრულებელი: დოქტორანტი, ჩვეულებრივი, კოლხური ხურმის (*Diospyros colchica lotus*) ბიომრავალფეროვნება, მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და გამოყენება;
7. **დალი სურმანიძე** - შემსრულებელი: დოქტორანტი, წყავის (*Prúnus laurocérasmus*) ბიომრავალფეროვნება, მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და გამოყენება;

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1.1. საქართველოს მდიდარი და უნიკალური ფიტოგენოფონდი ბუნებრივ - ისტორიული და სტრატეგიული სიმდიდრეა, რომელიც მუდმივ კონსერვაცია - აღდგენას საჭიროებს, რადგან ნადგურდება ან იცვლება სხვადასხვა სტიქიური თუ ანთროპოლოგიური ზემოქმედებებით. პრობლემა აქტუალურია ჩვენი ქვეყნისათვის, რომელიც მრავალი კულტურული მცენარეებისა და მათი ველური წინაპრების წარმოშობის კერას წარმოადგენს. აქ გავრცელებულია სამკურნალო, არომატული, თაფლოვანი, საღებარი, სანელებელი და შხამიან მცენარეთა ის უნიკალური სახეობები, რომლებიც სხვაგან არ გვხვდება. ბევრი მათგანი დღევანდელი მდგომარეობით გადაშენების პირას არის მისული, მიმდინარეობს გენეტიკური რესურსის ეროზიული პროცესები, უკონტროლო ექსპორტი. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების ex-situ და in-situ/on farm უზრუნველყოფა.

გენეტიკური და სახეობრივი მრავალფეროვნების შესანარჩუნებლად უდიდეს აუცილებლობას იძენს მომავალი მოხმარებისათვის საქართველოს უნიკალური ფლორის სახეობების დაცვისა და რაციონალურად გამოყენების მნიშვნელობაზე ინფორმირების ამაღლება, ეთნობოტანიკური ტრადიციებისა და ფიტოპროდუქციის პოპულარიზების მექანიზმების ინტენსიფიკაცია და მდგრადი გამოყენება, მიღებული სარგებლის განაწილების პრინციპების ინტეგრირებით ბიომრავალფეროვნების იმ კონვენციით მინიჭებული უფლებებით, რომლის წევრიც არის საქართველო.

მომავალი მოხმარებისათვისთვის და გენეტიკური და სახეობრივი მრავალფეროვნების შესანარჩუნებლად უდიდეს აუცილებლობას იძენს შემდეგი პარამეტრების დარეგულირება:

- საქართველოს მასშტაბით, განსხვავებული ეკოსისტემის პირობებში, დომინანტი სამკურნალო, არომატული, საღებარი, თაფლოვანი, შხამიანი და სანელებელ მცენარეთა, მათ შორის ენდემური ან იშვიათი და გადაშენების პირას მყოფი გენპლაზმის მოძიება-კატალოგირება, მონიტორინგი, არეალი, მდგომარეობა, კონსერვაცია, ბიომორფოლოგიური, საჭიროების შემთხვევაში კი ქიმიური შედგენილობის კვლევა, არსებული მონაცემთა ბაზის გამდიდრება;
- საქართველოს უნიკალური ფლორის სახეობების დაცვისა და რაციონალურად გამოყენების მნიშვნელობაზე ინფორმირების ამაღლება;
- სამრეწველო პლანტაციების გაშენება ინოვაციური ტექნოლოგიებით ეკოლოგიურად სუფთა ან ბიონედლეულის მისაღებად;
- ეთნობოტანიკური ტრადიციებისა და ფიტოპროდუქციის პოპულარიზების მექანიზმების ინტენსიფიკაცია და მდგრადი გამოყენება;
- ნატურალური საკვები დანამატების დასამზადებლად საინტერესო მცენარეთა ბლოკების შერჩევა (ცხოველთა კომბინირებულ საკვებში დასამატებლად ფიტოდანამატების შერჩევა, მცენარეული საღებავები, ფიტოსამკურნალო საშუალებები, არომატული ფიტოსანელებლები);
- სამკურნალო, არომატული, თაფლოვანი, საღებარი, სანელებელი და შხამიან მცენარეთა დამზადების, გაშრობის, გადამუშავების, შენახვის პირობების დიფერენცირება მათი რაციონალური მოხმარების მიზნით;
- ფიტონდუსტრიისათვის ეკოლოგიურად სუფთა სანედლეულო ბაზის შექმნა;
- მიღებული სარგებლის სამართლიანი განაწილების პრინციპების ინტეგრირება ბიომრავალფეროვნების იმ კონვენციით მინიჭებული უფლებებით, რომლის წევრიც არის საქართველო.

უკანასკნელ პერიოდში განსაკუთრებით გაიზარდა ინტერესი სამკურნალო, არომატული, თაფლოვანი, საღებარი, სანელებელი და შხამიანი მცენარეებისადმი, მათი გამოყენების პოტენციალი სულ უფრო და უფრო იზრდება, მიუხედავად იმისა, რომ თანამედროვე მედიცინაში, კოსმეტიკასა თუ კულინარიაში უხვად



მოიპოვება სინთეტიკურ - ქიმიური საშუალებანი. ეს პროცესი არც არის გასაკვირი, რადგან მათ გამოყენებას თან ახლავს მრავალი თანმდები გართულება, რასაც ადგილი არ აქვს მცენარეული საშუალებების მოხმარებისას. მცენარეთა ონთოგენეზის პერიოდში მეტაბოლიტური პროცესების მიმდინარეობისას წარმოიქმნება ისეთი მნიშვნელოვანი და ძვირფასი ნაერთები, როგორცაა ეთერზეთები, ალკალოიდები, გლიკოზიდები, მთრიმლავი ნივთიერებები, ვიტამინები ანუ ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებანი, რომელთა მოქმედება რბილი და ხანგრძლივია ადამიანთა ორგანიზმზე, მაგრამ შედეგიც სტაბილურია. მათი მოხვედრა ორგანიზმში იწვევს დადებით ფიზიოლოგიურ ეფექტს.

უნდა აღინიშნოს, რომ სამკურნალო, არომატული, თაფლოვანი, საღებარი, სანელებელი და შხამიანი მცენარეები ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს შეიცავენ მკაცრად ლიმიტირებული თანაფარდობით და რაოდენობით ეკოსისტემასთან კავშირში. ამასთანავე მსოფლიოს მრავალ განვითარებულ ქვეყანაში აიკრძალა ანტიბიოტიკების მოხმარება ბავშვთა და ცხოველთა კვებაში, ამ ფონზე ნატურალური ბიოლოგიურად აქტიური ფიტოდანამატები ადამიანისა თუ ცხოველთა კვებაში შეუცვლელ ადგილს დაიკავებენ მსოფლიო ბაზარზე, რითაც მდიდარია ჩვენი ქვეყნის ბიომრავალფეროვნება.

**1.2. საქართველოს რეგიონებში განსხვავებული ეკოსისტემის პარამეტრებით ჩვენს მიერ გრძელდება სასარგებლო მცენარეთა მონაცემთა და ეთნობოტანიკური უნარჩვევების ბაზების გამდიდრება (აჭარა, სამცხე-ჯავახეთი, ფშაფი და სხვ.), მასალებს თან ერთვის ბუნებრივ პირობებში გადაღებული მცენარეების ფოტოები. პროექტის შესრულებაში ჩართული არიან ბაკალავრიატის, მაგისტრატურის და დოქტორანტურის საფეხურის სტუდენტები. პროექტის ხელმძღვანელი ამავე დროს არის შვიდწლიანი აკრედიტებული სამაგისტრო-საგანმანათლებლო პროგრამის „სამკურნალო მცენარეების მოყვანის ტექნოლოგია“ ხელმძღვანელი.**



ფითრი (*Viscum album*)



შავი კუნელი ( *Crataegus pentagyna* )

წითელი კუნელი (*Crataegus sanguinea*)

მოცხარის გვარი (*Ribes* L) მიეკუთვნება კენკროვან მცენარეებს. ეს არის ჯგუფი ველური და კულტურული ბუჩქოვანი მცენარეებისა, რომელთაც საჭმელად ვარგისი ნაყოფი - კენკრა გააჩნიათ.

**1.3.** მოცხარისადმი ინტერესს იწვევს მის ველურ სახეობებსა და კულტურულ ჯიშებში საკმაო რაოდენობით ნახშირწყლებისა და პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობა, რაც განაპირობებს მის ჟელესმაგვარ მდგომარეობაში მოყვანას გადამუშავების დროს. ეს უნიკალური მცენარე ვიტამინების მაღალი შემცველობითაც ხასიათდება, განსაკუთრებით C ვიტამინი. მოცხარის საწარმოო გადამუშავების ფართო სპექტრი არსებობს, კერძოდ, გამოიყენება საკონდიტრო, უალკოჰოლო სასმელების, სიროფების, ექსტრაქტების, ასევე, ღვინის, ლიქიორების და საკონსერვო წარმოებაში, კულინარიაში. დიდია სამკურნალო მიზნებით, განსაკუთრებით კი, შავი მოცხარის, გამოყენება.

ასკორბინმჟავას მაღალი შემცველობის გამო, მოცხარის გამოყენება შესაძლებელია სხვადასხვა კონცენტრატის დასამზადებლად, ვიტამინ C-ს შემცველი პრეპარატების საწარმოებლად და ამავე დროს, ასკორბინმჟავათი მრავალი სახის პროდუქტის გასამდიდრებლად. ვიტამინ C -ს გარდა, შავი მოცხარი შეიცავს პროვიტამინ A-საც, კაროტინს. მთრიმლავი ნივთიერებების შემცველობა განაპირობებს მოცხარის ღვინის წარმოებაშიც ფართოდ გამოყენებას. აქვე უნდა აღინიშნოს, აზოტოვანი ნაერთების შემცველობის გამო, რომლებითაც განსაკუთრებით შავი მოცხარია ცნობილი, სპირტული დუღილი ადვილად მიდის. შავი მოცხარის ახალგაზრდა ვეგეტატიური კვირტები მდიდარია ეთერზეთებით, ამის გამო ამზადებენ მათ სპირტზე დაყენებულ ექსტრაქტებს. თესლები შეიცავენ საკმაო რაოდენობით ცხიმებს და ცხიმმჟავას მიღების წყაროს წარმოადგენენ. მოცხარის ნაყოფების მსგავსად, ფოთლებიც მნიშვნელოვანია, განსაკუთრებით, მედიცინაში გამოყენების მიზნით.

მოცხარის უნიკალური შემადგენლობა ზოგადად ასე გამოიყურება: ვიტამინები — C, A, PP, B; ორგანული მჟავები - ლიმონმჟავა, ვაშლმჟავა; ნახშირწყლები - გლუკოზა, ფრუქტოზა; ფლავონოიდები; პექტინოვანი ნივთიერებანი; მთრიმლავი ნივთიერებები; მინერალები - მაგნიუმი, ფოსფორი, რკინა, კალიუმი, კალციუმი და სხვ. მოცხარის ფოთლების შედგენლობაში არსებული ასკორბინმჟავა, კაროტინი, ფიტონციდები, ეთერზეთები, განაპირობებენ არა მარტო ნაყოფების, არამედ მოცხარის ფოთლების დამზადებასაც.

მოცხარის მდიდარი ქიმიური შედგენლობა არის საფუძველი მისი ოფიცინალურ მედიცინაში სამკურნალო მიზნებით ფართო გამოყენებისთვისაც.

მოცხარის უამრავი კულტურული ჯიში არსებობს, მაგრამ ყოველთვის საინტერესო და აქტუალურია კულტურული ფორმების წინაპარი, ველური სახეობების კვლევა.

საქართველოში ბუნებრივად იზრდება 3 სახეობა: კლდის მოცხარი (*Ribes biebersteinii* Berl. ex DC. ), აღმოსავლური მოცხარი (*Ribes orientale* Desf. ), და მთის მოცხარი (*Ribes alpinum* L.), რომელთაგან პირველი კავკასია - ანატოლიის სახეობაა, მეორე გავრცელებულია კავკასიაში, ანატოლიასა და ირანში, მესამე კი -



ჩრდილოეთ და შუა ევროპაში, კავკასიასა და ანატოლიაში. საქართველოში გავრცელებული სახეობები უეკლო ბუჩქებია.

აჭარაში ველურად იზრდება სახეობები: ბიბერშტეინის მოცხარი - *Ribes Bibersteinii* Berl. ex DC. და ალპური მოცხარი - *Ribes alpinum* L.



საქართველოში ბუნებრივად იზრდება 3 სახეობა: კლდის მოცხარი (*Ribes biebersteinii* Berl. ex DC. ), აღმოსავლური მოცხარი (*Ribes orientale* Desf. ), და მთის მოცხარი (*Ribes alpinum* L.), რომელთაგან პირველი კავკასია - ანატოლიის სახეობაა, მეორე გავრცელებულია კავკასიაში, ანატოლიასა და ირანში, მესამე კი - ჩრდილოეთ და შუა ევროპაში, კავკასიასა და ანატოლიაში. საქართველოში გავრცელებული სახეობები უეკლო ბუჩქებია.

აჭარაში ველურად იზრდება სახეობები: ბიბერშტეინის მოცხარი - *Ribes Bibersteinii* Berl. ex DC. და ალპური მოცხარი - *Ribes alpinum* L.



მოცხარის სახეობრივი მრავალფეროვნება  
საქართველოში, აჭარაში

საქართველოში ბუნებრივად იზრდება 3 სახეობა: კლდის მოცხარი (*Ribes biebersteinii* Berl. ex DC. ), აღმოსავლური მოცხარი (*Ribes orientale* Desf. ), და მთის მოცხარი (*Ribes alpinum* L.)



ლიტერატურული მონაცემების მიმოხილვის საფუძველზე აჭარაში მოზარდი სახეობების ზოგადი ბიომორფოლოგიური აღწერა შესაძლებელია შემდეგი სახით ჩამოვყალიბოთ:

ბიბერშტეინის მოცხარი - *Ribes Bibersteinii* Berl. ex DC. - 2 მ-მდე სიმაღლის ფოთოლმცვენი ბუჩქია. ფოთლები გულისებრი ფორმის, 10-13 სმ სიგრძის; ყვავილები ვიწრო მტევნებად შეკრებილი, 12 სმ-მდე სიგრძის, ორსქესიანი. გვირგვინის ფურცლები მუქი მწვანე; კენკრა ნაყოფი სფეროსებრი, 6-7 მმ სიგრძის, მოშავო - წითელი; აჭარის ფლორისტულ რაიონში გავრცელებულია შუა სარტყლიდან სუბალპურ ტყეებამდე, ტანბრევილ ქვეტყეებსა და ტყის შემდგომ მინდვრებსა და ველებზე, ფერდობებზე. კენკრა ნაყოფი საჭმელად ვარგისია. უფრო მეტად ვხვდებით ხულოში, დანისპარაულში, ნაღვარევში, ღორჯომში, სხალთაში, სარიჩაირში, ტბეთში, მაწყვალთაში და სხვა.

ალპური მოცხარი - *Ribes alpinum* L. - 1,5 მ სიმაღლის ფოთოლმცვენი ბუჩქია, ორსახლიანი. ფოთლები 7-9 სმ სიგრძის. მტევანი ყვავილები 4-სმ -მდე სიგრძის, ერთსქესიანი. თუ ყვავილი არის მტვრიანებიანი, მამრობითი, უფრო მოკლეა. გვირგვინის ფურცელი მომწვანო - მოყვითალო; კენკრა ნაყოფი წითელი ფერის, 7-8 მმ სიგრძის, გავრცელებულია შუა და ზედა სარტყელში, ტყის ფერდობებზე, გვხვდება ნაღვარევში, ხიხაძირში, მაწყვალთაში.

კვლევის მიზანი და მსვლელობა: ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა, ექსპედიციურ-მარშრუტული კვლევის გზით შეგვესწავლა მოცხარის ველური სახეობების ზოგადი ბიოეკოლოგიური თავისებურებები აჭარის მაღალმთის პირობებში.

კვლევის ობიექტად ხულოს მუნიციპალიტეტი შევარჩიეთ, კერძოდ, აგარის ხეობა, რომელიც ლიტერატურაში დასახელებული არ არის და ამდენად, საინტერესოა მისი გამოკვლევა.

მარშრუტული კვლევა ჩავატარეთ სოფლების: დიდაჭარის, ირემამეების, საციხურის, ნასაყდრალის, აგარის მიმდებარე ტყეებსა და მცენარეულ თანასაზოგადოებებში. აგარიდან სუბალპური მთის შემდეგი ადგილობრივი დასახელების ადგილმდებარეობები შევისწავლეთ: ბოგილი, რუსთავი, ცინწყარო, ნაკავისერი, წვერიგანი, ლუთურაწყარო, ჭოლო, ნეფიწყარო, ნათელათი და სხვ.

ალპური და ბიბერშტეინის მოცხარი ბუნებრივად სწორედ ამ მიდამოებში გვხვდება, ზღვის დონიდან 1500-2030 მეტრისა და უფრო მეტი სიმაღლის პირობებში. GPS - კოორდინატები დაახლოებით ასეთია: 41 0 41' 39.55" , 420 28' 06.01"...

აღსანიშნავია, რომ მოცხარის სახეობების გავრცელება აღნიშნულ ხეობაში ხასიათდება როგორც დამოუკიდებელ ჯგუფებად, ისე სხვადასხვა მცენარეულ დაჯგუფებაში თანაარსებობით, ეს არის მთის ზედა სარტყლისა და სუბალპური სარტყლის საზღვარი, სადაც ძირითადად დაბალი ხე-მცენარეებისა და ბუჩქნარების დაჯგუფებებია. ეს დაჯგუფებები არ არის ერთიანი, ისინი ცალ-ცალკეა წარმოდგენილი და გამოყოფილია მდელოებით.

*Ribes Bibersteinii* Berl. ex DC. იზრდება შემდეგ მცენარეულ დაჯგუფებებში, სხვადასხვა სახეობის დომინანტობით:

*Acer trautvetteri* Medw. - ტრაუტვეტერის ნეკერჩხლის დომინანტობით არსებულ მცენარეულ დაჯგუფებაში. იგი ამ არეალში დაბალმოზარდი ხე-მცენარეა. მასთან ერთად ჯგუფში, ბიბერშტეინის მოცხარის გარდა, ვხვდებით სახეობებს: *Viburnum lantana* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Rhamnus imeretina* Booth. (*Rhamnaceae* Juss.), ბალახოვნებიდან: ტილჭირი - *Aconitum nasutum* Fisch. (= *A. brachynasum* kem.-Nath.) (*Ranunculaceae* Juss.), 1,5 მეტრამდე სიმაღლის.

*Vaccinium myrtillus* L. (*Vacciniaceae* Lindl.) - მოცივი ჩვეულებრივი, შავი ნაყოფებით, დაბალი ბუჩქები. ხშირია მისი გავრცელება და აგვისტოს თვეში მას ჰქონდა უხვი ნაყოფმსხმოიარობა. მასთან ერთად, ბიბერშტეინის მოცხარის გარდა, დაჯგუფებაში შერეული სახით იზრდება: *Rhamnus imeretina* Booth., *Frangula alnus* Mill. (*Rhamnaceae* Juss.), *Rubus saxafilis* L. (*Rosaceae* Juss.). ბალახოვნებიდან: ტილჭირი - *Aconitum nasutum* Fisch. (= *A. brachynasum* kem.-Nath.) (*Ranunculaceae* Juss.), 1,5 მეტრამდე სიმაღლის; *Heracleum sosnovskyi* I.Mand. (= *H. wilhelmsii* Fish. Et lall.), 1,5-2 მეტრამდე სიმაღლის.

*Rhododendron luteum* L. (*Ericaceae* L.), ყვითელი შქერის, იელის დომინანტობით შექმნილ ჯგუფში ბიბერშტეინის მოცხარის გარდა შერეულია სახეობები: *Acer trautvetteri* Medw., *Viburnum lantana* L., *Sorbus* L. გვარის წითელ და ნარინჯისფერ ნაყოფებიანი მაღალი ბუჩქები, რომელთა ზუსტი სახეობრივი სისტემატიკა საინეტრესო იქნება, აგვისტოს თვეში დახუნძლულია სიმწიფეში შესული ნაყოფებით. იელი ძლიერ დომინანტობს ჯგუფში, აგვისტოს თვეში, იგი რა თქმა უნდა, უკვე ნაყოფობის ფაზაშია, დანარჩენი სახეობები, მოცხარის ჩათვლით, წარმოდგენილია ერთეული ეგზემპლარებით.

*Viburnum lantana* L. (*Caprifoliaceae* Juss.) - ძახველის დომინანტით არსებულ მცენარეთა დაჯგუფებაში ბიბერშტეინის მოცხარის გარდა იზრდება: *Vaccinium myrtillus* L., *Sorbus* L., *Frangula alnus* Mill. შავი ძახველი, უზანი, აგვისტოში წითელ და შავ ნაყოფებშია. ბალახოვნებიდან: *Aconitum nasutum* Fisch., *Heracleum sosnovskyi* I.Mand.

ამ მიდამოებში, რომელიც ძალიან ლამაზი გორაკ-ბორცვებია, ზემოთ აღწერილი ცალკეული მცენარეული დაჯგუფებების გარდა, არის ერთეული სახეობების ჯგუფები, მაგალითად: მხოლოდ *Sorbus* L., *Viburnum lantana* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Rhododendron luteum* L., *Acer trautvetteri* Medw. და სხვა. მათ შორის სათიბი მდელოებია. გორაკ-ბორცვების განაპირა ადგილებში კი არყნარ-სოჭნარ-ნაძენარია.

რაც შეეხება, ალპურ მოცხარს, *Ribes alpinum* L., იგი ნაკლები ინტენსივობით გვხვდება. იგი იზრდება ძალიან დაბალ მცენარეულობასთან, ჯგუფში: *Viburnum lantana* L., *Rhododendron luteum* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Rubus saxafilis* L., *Laurocerasus officinalis* L. (ძალიან დაბალი, 0.5 მეტრამდე), *Corylus avelana* L. და სხვა. ბალახოვნებიდან, გარდა *Aconitum nasutum* Fisch., *Heracleum sosnovskyi* I.Mand. - ისა, ამ ჯგუფში ფიგურირებენ *Hibiscus* L., *Senecio* L. და სხვა ბალახოვნებიც.

ვეგეტაციურ-გენერაციული განვითარება მაღალმთის პირობებში ნორმალურად მიმდინარეობს და აგვისტოს პირველ ნახევარში, ორივე სახეობის მოცხარი ნაყოფების სიმწიფის ფაზაშია. აგვისტოს მესამე დეკადაში ნაყოფმსხმოიარობა დასასრულს უახლოვდება. ახასიათებთ უხვი ნაყოფმსხმოიარობა.

მოცხარის სამრეწველო პლანტაციების შექმნა ხელს შეუწყობს მცენარის გენოფონდის შენარჩუნებას. ეს უნიკალური მცენარე მეტად ძვირფასი და შეუცვლელი ნედლეულია არამარტო სამამულო ფარმაცევტული მრეწველობისათვის, არამედ საექსპორტო პოტენციალის სერიოზული პერსპექტივაც გააჩნიათ. მათი ბიოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინებით ფერმერულ მეურნეობებში მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციების საფუძველზე უნდა განვითარდეს ქვეყნისათვის ისტორიულად ტრადიციული, ამჟამად მივიწყებული პრიორიტეტი.

**1.4. ჩვეულებრივი ხურმა (*Diospyros lotus* L)** მიეკუთვნება ხურმის (*Diospyros*) გვარს, აბანოზისებრთა (*Ebenaceae*) ოჯახს. გვარში გაერთიანებულია სუბტროპიკული და ტროპიკული მარადმწვანე და ფოთოლმცვენი ხეები და ბუჩქები. მცენარეთა საერთაშორისო ნომენკლატურული ნუსხის ([www. The Plant List](http://www.ThePlantList)) მონაცემთა ბაზის მიხედვით, ხურმის გვარში გაერთიანებულია 725 სახეობა [1], მათ შორის საქართველოში ველურად გავრცელებულია ერთი სახეობა ჩვეულებრივი ანუ კავკასიური ხურმა (*Diospyros lotus* L).

ჩვეულებრივი ხურმისათვის დამახასიათებელია ფართო, მაგრამ წყვეტილი არეალი. სამშობლო სამხრეთ-აღმოსავლეთ ჩინეთია, გავრცელებულია ევრაზიაში, წინა, შუა და აღმოსავლეთ აზიაში, ინდოეთში, საქართველოში, სომხეთში, აზერბაიჯანში, ჩრდ. კავკასიაში, ყირიმში. ჩვეულებრივი ხურმის ყველაზე დიდი მასივები ე.წ. ხურმის ტყეები მდებარეობს აზერბაიჯანში - თალიშში, სადაც მას უჭირავს ათი ათასი ჰა [2]. ზოგიერთ ქვეყანაში (ჩრდ. ამერიკა, ჩრდ. აფრიკა) ჩვეულებრივი ხურმა დანერგილია კულტურაში. საქართველოში აღნიშნული სახეობა გავრცელებულია აჭარაში, გურიაში, სამეგრელოში, იმერეთში, აფხაზეთში, ქართლში, კახეთში. ჩვეულებრივი ხურმა ერთ-ერთი უძველესი მცენარეა, მისი ღეროების, ფოთლების და ნაყოფების ანაბეჭდები უხვად მოიპოვება დასავლეთ და აღმოსავლეთ კავკასიის მესამეული პერიოდის ქანებში, რაც მიუთითებს ამ პერიოდში მის ფართო გავრცელებაზე.

ჩვეულებრივი ხურმა გადაშენების საფრთხეში მყოფი რელიქტია, მისი მერქანი მოწითალო-ყავისფერია, რომელსაც მოსახლეობა იყენებს სხვადასხვაგვარი ნაკეთობების, მუსიკალური ინსტრუმენტების, ავეჯის დასამზადებლად, რამაც სახეობის არელების ფრაგმენტაცია და პოპულაციების შემცირება გამოიწვია. აღნიშნული გარემოების გამო იგი შეტანილია საქართველოს სსრ „წითელ წიგნში“ [3] და ბუნების დაცვის საერთაშორისო კავშირის (IUCN) „წითელ ნუსხაში“, როგორც გლობალურ დონეზე გადაშენების საფრთხის წინაშე მყოფი სახეობა, სტატუსით: LC-საჭიროებს ზრუნვას [4].

სახეობის რელიქტურობით არის განპირობებული სხვადასხვა ქვეყანაში მისი ჰიფსომეტრული გავრცელების სხვადასხვა დიაპაზონები. შუა აზიაში გავრცელებულია ზ.დ. 2000 მ-მდე, ყირიმსა და კავკასიაში ზ.დ. 600 მ-მდე, საქართველოში ტყის ქვედა, შუა და ზედა სარტყელში, ზღვის დონიდან 1200-1500 მეტრამდე. გავრცელების ჰაბიტატებია: მდინარეთა და ტყის ნაპირები, ხეობები, ფერდობები, გზისპირები, საცხოვრებელი ადგილები. გვხვდება ერთეულებად ან მცირერიცხოვანი პოპულაციების სახით.

ჩვეულებრივი ხურმის ყველა ნაწილი გამოიყენება გარკვეული დანიშნულებით. მერქანი ძვირფასი სამშენებლო მასალაა, გამოიყენება ავეჯის და მუსიკალური ინსტრუმენტების დასამზადებლად. თესლნერგები გამოიყენება საძირე მასალად აღმოსავლური ხურმის მცნობისათვის, მოსახლეობა ნაყოფებისაგან ამზადებს ჩირს, მურაბას, სიროფებს, სოუსებს, ღვინოს, არაყს. ოფიცინალურ მედიცინაში ნაყოფებისაგან ღებულობენ გააქტიურებულ ნახშირს, მოხალული და დაფქვილი თესლები გამოიყენება ყავის სუროგატად [5], გაუყინავ ნაყოფებს აქვს მწკლარტე გემო, ამიტომ მოსახლეობა ნაყოფებს აგროვებს პირველი ყინვების შემდეგ, ამ პერიოდში ნაყოფები კარგავენ სიმწკლარტეს და ტკბილდებიან. ნაყოფებს ახასიათებთ ბაქტერიციდული მოქმედება, შესაძლებელია მისი გამოყენება ეპიდემიების დროს, ასევე ნაყოფები სხვა სამკურნალო საშუალებებთან ერთად გამოიყენება ამოსახველებელ საშუალებად ზემო სასუნთქი გზების კატარის და ბრონქიტის დროს. ჭრილობების და წყლულების მოსაშუშებლად და შესახორცებლად, კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მუშაობის მოსაწესრიგებლად, სისხლნაკლებობის სამკურნალოდ, შარდმდენ საშუალებად, ლორწოვანი ეპითელისა და კანის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის, იმუნიტეტის გასაძლიერებლად [6]. გამომშრალი ფოთლების ჩაი, სასარგებლოა ასაკოვანი ადამიანებისათვის და ანემიით დაავადებულთათვის, ასევე ფოთლებს იფენენ დაჩირქებულ ჭრილობებზე და წყლულებზე მოსაშუშებლად [7]. პაკისტანელი მეცნიერების ა. რაუფისა ჯ. უდინისა და სხვათა მიერ (2014, 2015) შესწავლილი იქნა ჩვეულებრივი ანუ კავკასიური ხურმის ფესვების მეთანოლიანი და ქლოროფორმიანი ექსტრაქტის სიცხისდამწვევი, ანტიბიოციკლური, ანთების საწინააღმდეგო, ტკივილგამაყუჩებელი დამამშვიდებელი ეფექტი ცხოველებზე [8,9].

ძირითადი ნაწილი: კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ჩვეულებრივი ხურმის გავრცელების არელების, ჰაბიტატების, ბიოეკოლოგიური თავისებურებების შესწავლა აჭარის და სამეგრელოს რეგიონებში. ასევე გამრავლების თავისებურებები და გამოყენების პერსპექტივები. კვლევის პერიოდში გამოყენებული იყო მარშრუტული ექსპედიციის მეთოდი. საველე ექსპედიციები განხორციელდა 2019-2020 წწ-ში აჭარის და სამეგრელოს რეგიონების ზღვისპირა დაბლობებიდან მთის ზედა სარტყლამდე. საკვლევი სახეობის ბოტანიკური დახასიათებისათვის გამოყენებული იქნა საქართველოს ფლორის VII ტომი (1952 წ.) [10].

კვლევების შედეგად დავადგინეთ, რომ აჭარასა და სამეგრელოში ჩვეულებრივი ხურმა გავრცელებულია ზღვისპირა დაბლობებიდან მთის შუა სარტყელის ჩათვლით ზღ. დონიდან 900 მ-მდე, სადაც იზრდება დაბლობებზე, გზისპირებზე, ტყისპირებზე, გორაკ-ბორცვებზე, ფერდობებზე, მდინარეთა ნაპირებზე, შერეულ ფართოფოთლოვან პოლიდომინანტურ კოლხურ ტყეებში. დეკორატიული მიზნით დანერგულია ქ. ბათუმის და ქ. ზუგდიდის ბაღ-პარკებსა და სკვერებში.

აჭარის პირობებში ჩვეულებრივი ხურმა (*Diospyros lotus* L.) 7-15 მ სიმაღლის გაშლილვარჯიანი, ორსახლიანი, ფოთოლმცვენი, სინათლისმოყვარული, თაფლოვანი ხე მცენარეა. (სურათი 1). ღეროს ქერქი მოშავო-ყავისფერია, დახეთქილი. ახალგაზრდა ტოტების ქერქი გლუვია, მომწვანო-შავი. მცენარისათვის დამახასიათებელია სამი სახის ყლორტები: 1. დამოკლებული, რომლებიც ყლორტთა მთელი სისტემის 70-75%-ს შეადგენენ, ისინი ცოცხლობენ 1-3 წელს, განაპირობებენ მცენარის პლასტიკურ და გენერაციულ ფუნქციას. 2. გრძელი ყლორტები, რომლებიც მთელი ყლორტების 5%-ს შეადგენენ, განაპირობებენ მცენარის მთავარი ღეროს და ტოტების ზრდას სიგრძეში. 3. საშუალო ზომის ყლორტები, რომლებიც ცოცხლობენ 6-8 წელს, იძლევიან მცირე ზომის ტოტებს და აყალიბებენ ვარჯის ფორმას (შეადგენენ მთელი ყლორტთა სისტემის 20%-ს). ტოტებზე ვითარდება ორგვარი კვირტები: ვეგეტაციური და გენერაციული. ვეგეტაციური კვირტებისაგან ვითარდება ყლორტები, რომლებიც განაპირობებენ მცენარის მთავარი ღეროს და ტოტების ზრდას სიმაღლეში. გენერაციული კვირტებისაგან ვითარდება ყვავილები. ორივე სახის კვირტების ჩასახვა ხდება გაზაფხულზე, ფოთლის ილღიებში. ხურმის ყლორტებისათვის დამახასიათებელია კვირტების განლაგების მკვეთრად გამოხატული ზონალობა: საყვავილე კვირტები ვითარდება ტოტების ქვედა ნაწილში განლაგებული ფოთლის ილღიებში, ხოლო ვეგეტაციური კვირტები ტოტების ზედა ნაწილში განლაგებული ფოთლების ილღიებში. ჩვეულებრივი ხურმის ფოთლები მარტივია, ოვალური, კიდემთლიანი, მახვილწვერიანი, ტყავისებური, მოკლეყუნწიანი, 7-10 სმ სიგრძის, 2-4 სმ სიგანის, ზედა მხარიდან მუქი მწვანეადა პრიალა, ქვედა მხარიდან ღია ფერის, ნაზად შებუსუსული. ფესვთა სისტემა ძლიერ დატოტვილია და ღრმად ჩადის ნიადაგში. ყვავილები აქტივობით ფულია, ცალსქესიანი (სურ.2). მტვრიანიანი და ბუტკოიანი ყვავილები განლაგებულია სხვადასხვა ეგზემპლარებზე. მამრობით ყვავილში 4 მწვანე ჯამის ფოთოლაკია, ოთხი ერთმანეთთან შეზრდილი ყვითელი გვირგვინის ფურცელი და 16-29 მტვრიანა. მდედრობით ყვავილში ასევე 4 მწვანე ჯამის ფოთოლაკია, ოთხი ერთმანეთთან შეზრდილი მოყვითალო გვირგვინის ფურცელი, 6-8 სტამინოდიუმი (რედუცირებული მტვრიანა) და ერთი ცენოკარპული, ზედა ნასკვიანი 8 ბუდიანი ბუტკო. ნასკვის თითოეულ ბუდეში თითო თესლკვირტია. ყვავილობა იწყება მაისის ბოლოს და გრძელდება ივნისის მეორე ნახევრამდე. დამტვერვა ხდება ფუტკრებით, კრაზანებით და სხვა მწერებით. ნაყოფების განვითარება იწყება ივნისის ბოლოდან და სრულ სიმწიფეს აღწევენ ნოემბერში. ნაყოფი 1,5-3 სმ. დიამეტრის მრგვალი, ხორცოვანი კენკრაა, მოუმწიფებელი ნაყოფები მოყვითალო-ნარინჯისფერი (სურ. 3), მწკლარტე გემოსი, მომწიფებისას იღებს ტკბილ გემოს და მოშავო მურა ფერს. ამ პერიოდში ნაყოფი დაფარულია თეთრი ნაფიფქით. ნაყოფში მოთავსებულია 2-6 ბრტყელი, მუქი ყავისფერი თხელკანიანი, ენდოსპერმიანი თესლი (სურ. 4). აჭარის და სამეგრელოს პირობებში ხურმა იზრდება ერთეულებად და მცირე დაჯგუფებების სახით. სწრაფმზარდი სახეობაა.



სურ.1 ჩვეულებრივი ხურმა



სურ.2. ყვავილები



სურ.3. ნაყოფები.



სურ.4 თესლები

ბუნებრივ პირობებში მეხუთე წლიდან იწყებს ნაყოფმსხმოიარობას, სინათლისა და ტენის მოყვარული სახეობაა. ყინვაგამძლეა.

ჩვეულებრივი ხურმის ნაყოფები მწიფდება ოქტომბერ-ნოემბრში და მთელი ზამთრის განმავლობაში რჩება ხეზე. ნაყოფები გამოიყენება საკვებად როგორც ნედლი, ისე გამომშრალი სახით, რის გამოც ადილობრივ მოსახლეობას საბალო მეურნეობაშიც აქვს დანერგილი. ნაყოფები პირველი ყინვების შემდეგ კარგავს სიმწკლარტეს და ტკბილი ხდება. მოსახლეობა პირველი ყინვების შემდეგ აგროვებს ხურმის ნაყოფებს, აშრობს და იყენებს საკვებად.

მოსახლეობის გამოკითხვებით ყვავილოვან მცენარეებს შორის ჩვეულებრივი ხურმა პირველი სახლდება ეროზირებულ ნიადაგებზე, ძლიერი ფესვთა სისტემა ღრმად ჩადის ნიადაგში და უხვი ნალექების დროს ტყისპირა და გზისპირა ნიადაგებს იცავს მეწყერებისგან. ძალიან დიდია ზამთარმსხმოიარე ჩვეულებრივი ხურმის როლი მოზუდარი და მიგრირებადი ფრინველების გამოკვება-გამოზამთრებაში, რომელთა ნაწილი გადაშენების პირას არის მისული და საჭიროებს დაცვას.

ჩვეულებრივი ხურმის თესლის აღმოცენების და თესლნერგების ზრდა-განვითარების თავისებურებების შესწავლის მიზნით ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში მზარდი ხისაგან 2019 წლის 15 ნოემბერს შევავროვეთ ნაყოფები, რომლებიც გამოვამრეთ ჩრდილში. გამომშრალი ნაყოფებიდან გამოცალკევებული 100 თესლი 2020 წლის გაზაფხულზე (აპრილში) დაეთესეთ წინასწარ მომზადებულ პოლიეთილენის პარკებში (სურათი 5), ნეშომპალით მდიდარ ნიადაგში 2 სმ სიღრმეზე pH=4,5-4,9. ჩათესილი 100 თესლიდან 15 დღის შემდეგ გადივება დაიწყო 87-მა თესლმა, პირველი ფოთლები განვითარდა 25 დღის შემდეგ, 2 თვის შემდეგ ივნისის შუა რიცხვებში თესლისაგან აღმოცენებულმა ნერგმა მიაღწია 10 სმ სიმაღლეს (სურათი 6), აგვისტოში 20 სმ-ს, ხოლო სექტემბრის ბოლოს ნერგის სიმაღლე 30-35 სმ-ს შეადგენდა. ოქტომბრის ბოლო რიცხვებში ნერგები გადავიტანეთ ღია გრუნტში, მზიან, განათებულ ნაკვეთზე, რიგთაშორის 50 სმ-იანი დაშორებით, თითოეულ ნერგს განვითარებული ჰქონდა 6-11 ფოთოლი. ნოემბრის ბოლოს ნერგებს დაეწყო ფოთოლცვენა და გადავიდნენ სვენების მდგომარეობაში. 2021 წლის მარტის ბოლოს დაიწყო თელნერგების კენწრული (აპიკალური) და გვერდითი ვეგეტაციური (ლატერალური) კვირტების გაბერვა, რომლებიც გაიხსნა 5-10 აპრილს. აპრილის ბოლოს ღეროს სიმაღლემ მიაღწია 40-70 სმ-ს, თითოეულმა ნერგმა სიმაღლეში მოიმატა 25 სმ-ით და კენწრულ ნაწილთან ახლოს განუვითარდათ 6-7 სმ სიგრძის 2-5 გვერდითი ყლორტი (სურათი 7). ფოთლების ზომები სიგრძით 4-6 სმ და სიგანით 3-4 სმ. ღეროს ქვედა შეუფოთლავ ნაწილზე (მუხლში) ჩაისახა ღია ყავისფერი 2 მმ ზომის მომავალი წლის ვეგეტაციური კვირტები, ხოლო ფოთლის ილიებში 1მმ ზომის ასევე ვეგეტაციური ვიწრო-კონუსური მწვანე კვირტები.

დასკვნა: აჭარასა და სამეგრელოს რეგიონებში ჩვეულებრივი ხურმა გავრცელებულია ზღვისპირა დაბლობებიდან მთის შუა სარტყელის ჩათვლით ზღ. დონიდან 900 მ-მდე, ძირითადად გვხვდება დაბლობებზე, გზისპირებზე, ტყისპირებზე, გორაკ-ბორცვებზე, ფერდობებზე, მდინარეთა ნაპირებზე, შერეულ ფართოფოთლოვან პოლიდომინანტურ კოლხურ ტყეებში. აჭარის პირობებში ჩვეულებრივი ხურმის თესლების აღმოცენების კოეფიციენტი შეადგენს 87%-ს. ჩვეულებრივი ხურმის ერთწლიანი ნერგების სიმაღლე 40-70 სმ-ია. ჩვეულებრივი ხურმისათვის დამახასიათებელია სამგვარი ტოტები: გრძელი, საშუალო და შემოკლებული, რომლებიც დიდ როლს ასრულებენ მცენარის კრონის ფორმირებაში. ჩვეულებრივი ხურმა პერსპექტიული სახეობაა: მოსახლეობა იყენებს ძვირფას მერქანს სხვადასხვა ნაკეთობების დასამზადებლად, ხოლო ნაყოფს საკვებად. ჩვეულებრივი ხურმა სახლდება ეროზირებულ ნიადაგებზე, მისი ძლიერი ფესვთა სისტემა აღწევს ნიადაგის ღრმა ფენებში და იცავს ნიადაგებს ჩამორეცხვისა და მეწყერებისგან. ხურმა, როგორც ზამთარმსხმოიარე სახეობა დიდ როლს ასრულებს მოზუდარი და მიგრირებადი ფრინველების გამოკვება-გამოზამთრებაში.

მაღალპროდუქტული, ეკოლოგიურად სუფთა სასარგებლო მცენარეების სამრეწველო პლანტაციების და თესლის ბანკის ბიომოდელის შექმნა აუცილებელია, რადგან მცენარეებში წარმოდგენილია ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა მთელი სპექტრი, რომლებიც წარმოიქმნებიან ონთოგენეზის პერიოდში მკაცრად განსაზღვრული თანმიმდევრობით, რაოდენობით და თვისობრივი შემცველობით, ისინი დადებით და სტაბილურ ზეგავლენას ახდენენ ცოცხალ ორგანიზმზე ნაკლები უკუქმედებების გარეშე, ანუ ეს პროცესი ადამიანის ჯანმრთელობის გაუმჯობესების საწინდარია.



## 6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.2. სახელმძღვანელოები

#### 1) ავტორი/ავტორები

1. **გ. ღლიღვაშვილი, თ. ფირცხალაიშვილი, ი. სარჯველაძე, თ. კაჭარავა**

#### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. **სარძეო პროდუქტულობა და საკვებწარმოება (სარძეო მეცხოველეობა, საკვები და საკვებწარმოება, სახელმძღვანელო, ISBN 978-9941-28-748-0, , 2021**

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. **საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“**

#### 4) გვერდების რაოდენობა

1. **495 გვ**

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

სახელმძღვანელო განკუთვნილია მეცხოველეობის მიმართულების საბაკალავრო სწავლების სტუდენტებისა და მეცხოველეობის საკითხებით დაინტერესებული მკითხველთა ფართო წრისათვის. ნაშრომში განხილულია როგორც საქართველოში, ისე სხვა ქვეყნებში დამკვიდრებული ძროხეულის, ცხვრისა და თხის მოშენებისას რძის წარმოებისათვის საჭირო პირობები, მათი ფიზიოლოგია, მოვლა-კვების თავისებურებანი და შენახვის სისტემები, მოშენების საკითხები. აგრეთვე ყურადღება გამახვილებულია კვებისას გამოყენებულ საკვებზე, საკვებწარმოებაზე და მეცხოველეობაში გამოყენებად სამკურნალო და არომატულ მცენარეებზე. ნაშრომი გააღრმავებს (გამდიდრებს) სარძევე პირუტყვის მოვლა-კვებისა და შენახვისათვის საჭირო პირობების ცოდნას.

### 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

#### 1) ავტორი/ავტორები

1. **Korakhashvili A. Kacharava T. Korakhashvili L**

#### 2) სტატიის სათაური, ISSN

1. **Growing technology for soybeans with nanoherbicides, ISSN 1512-1887; Vol. 19, N3, 2021,**

#### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. **Annals of Agrarian Science, Journal homepage: <http://journals.org.ge/index.ge.php>,**

#### 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. **Georgia, Agricultural University of Georgia**

#### 5) გვერდების რაოდენობა

1. **p 199-203**

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

სოფლის მეურნეობაში ჰერბიციდების ხვედრითი წილი თანამედროვე ბაზარზე დაახლოებით 2 მილიარდი ტონაა, დაახლოებით 73 მილიარდი დოლარის ღირებულებით, ეს თავის მხრივ საკვების უვნებლობისა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე მრავალმხრივი ზემოქმედების პრობლემებს იწვევს, მათ შორის მნიშვნელოვანია სარეველების მდგრადობა, რომელიც ყოველ წელს იზრდება. ამ საუკუნის მიმდინარე ათწლეულში შექმნილი ნანოჰერბიციდები შეიძლება იქნეს აღნიშნული პრობლემების სტრატეგიული გადაწყვეტილება. ქართველ მეცნიერთა ჯგუფმა ფერმერთა ასოციაციებთან ერთად დაიწყო ნანოჰერბიციდების გამოყენების ტექნოლოგიების (ექსპერიმენტული სახელწოდება „Nanocooper 076“, რომელიც რეგისტრაციაშია) შემუშავება სოიოს ექსპერიმენტულ საპილოტე ნაკვეთებსა და ფერმერთა მინდვრებზე, რაც საშუალებას მისცემს

ფერმერებს გაასუფთავონ სოიოს ნარგავები სარეველებისგან ტოქსიკური ქიმიკატების გამოყენების გარეშე, როგორცაა გლიფოსატი. ვინაიდან ნანოსტრუქტურული ნანომასალების პოტენციური გამოყენება იძლევა ნანოპერბიციდების ეფექტურად გამოყენებას და გამორიცხავს სხვადასხვა სარეველა რეზისტენტული პოპულაციის წარმოქმნას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდის ადრეულ ეტაპზე (თესვის შემდეგ პირველ კვირაში), ეს ძალიან სასურველი ნანოტექნოლოგიური მეთოდები და პრაქტიკაა ზოგადად სოფლის მეურნეობაში.

2) ავტორი/ავტორები

**ზ. გელიაშვილი, ი. ლაგვილავა**

2) სტატიის სათაური, ISSN

**ზოგიერთი 24-წევრიანი მაკროციკლური პოლიაზომეთინით ბიოპოლიმერის მარკირება, ISSN 1512- 0325;**

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი  
კერამიკა და მოწინავე ტექნოლოგიები, Vol. 22, 1 (43), 2021,

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაცია, სტუ, თბილისი, [http:// www.ceramics.gtu.ge](http://www.ceramics.gtu.ge)

5) გვერდების რაოდენობა

**1. 3 გვ.**

### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

ფლუორესცენტული მარკერების გამოყენების სფეროთა სიმრავლე და მრავალმხრივობა პირდაპირკავშირშია მიკრობიოლოგიისა და ჰისტოლოგიის ურთულეს ამოცანებთან –უჯრედების სტრუქტურის კვლევიდან დაწყებული მათი მოლეკულური შედგენილობის დადგენით დამთავრებული. როგორც ცნობილია, გადასაჭრელი ამოცანის სირთულის მიუხედავად, გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება უხსნარი და მდგრადი საკვლევი ნიმუშების მიღებას, რასაც, როგორც წესი, უზრუნველყოფს მარკერსა და ციტოპლაზმისპროტეინის მოლეკულებს შორის კოვალენტური

ბმების წარმოქმნა, რაც, თავის მხრივ, ცილის მაკრომოლეკულაში არსებული ფუნქციური ჯგუფების (-NH<sub>2</sub>, -OH, -NHCO- და სხვა) და საღებრის მოლეკულის რეაქციის უნარის მქონე ჯგუფების (მაგ., -N=CH-, -C<sub>3</sub>N<sub>3</sub>Cl<sub>2</sub>, -NH<sub>2</sub> და სხვა) ხარჯზე ხორციელდება. აღსანიშნავია, ცილებისა და ნახშირწყლების სელექციურად მოდიფიცირება, წყალსა და სპირტხსნარებში აღნიშნული ფუნქციური ჯგუფების დაბალი რეაქციის უნარის გამო. სამუშაოს მიზანია აღნიშნული პრობლემის გადაჭრის მცდელობა, პირველადი ამინო- და დიქლორტრიაზინული ჯგუფის შემცველი 24-წევრიანი მაკროციკლური პოლიაზომეთინების გამოყენებით, ცილის მაკრომოლეკულაში არსებული ცალკეული ამინოდა კარბონილის ჯგუფების ფრაგმენტის საშუალებით ე.წ. ბიოპოლიმერის მარკირება.

## **7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში**

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

**1. Kacharava T, Epitashvili T.**

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

**1. Unique Useful Plants in Georgia**

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. International Scientific Jurnal „GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2021: CENTRAL ASIA“ ISSN 2664 -2271, NUR-SULTAN, KAZAKHSTAN, FEBRUARY

4) გვერდების რაოდენობა

1. P 75-78

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

სამკურნალო პრეპარატთა არსენალში მიუხედავად მაღალეფექტურ სინთეზურ საშუალებათა სიუხვისა, მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავთ მცენარეული წარმოშობის სამკურნალო საშუალებებსა თუ ბიოლოგიურად აქტიურ საკვებ დანამატებს , მათი გამოყენების მასშტაბები განსაკუთრებით უკანასკნელ წლებში მთელ მსოფლიოში სწრაფად იზრდება. მათში წარმოდგენილია მთელი სპექტრი ფარმაკოლოგიურად ისეთი აქტიური ნივთიერებებისა, როგორცაა: ეთერზეთები, ნახშირწყლები, გლიკოზიდები, მთრიმლავი ნივთიერებები, ცილები, ალკოლოიდები, ვიტამინები და სხვა. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან არა მხოლოდ ქიმიური სტრუქტურით, არამედ რაოდენობრივი და თვისობრივი შემცველობით, აქედან გამომდინარე, მათი ზეგავლენის ხასიათიც სხვადასხვაგვარია ცოცხალ ორგანიზმზე.

**2) ავტორი/ავტორები**

1. Gligvashvili V, Kacharava T

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. Prospects For The Development Of Hunting-Fishing, Agro And Ecotourism In Georgia

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Academic Publiser Online ISSN 2789-195X ISSN 2789-1968; No XVII (2021)): European Academic Science and Research <https://ojs.scipub.de/index.php/EASR/issue/view/18>

4) გვერდების რაოდენობა

1. P - 1.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

ნაშრომში განხილულია ისეთი აქტუალური საკითხები, როგორცაა ცოცხალ ბუნებასთან დამოკიდებულება, ცხოველთა სიცოცხლის უფლება, ნადირობასთან დაკავშირებული პრობლემები და ხედვები, თანამედროვე სანადირო მეურნეობის მართვისა და წარმოების ასპექტები.

3) ავტორი/ავტორები

გ. ალექსიძე, თ. ეპიტაშვილი, ს. კაზაროვი.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

ლობოს (PHASEOLUS VULGARIS L) გენეტიკური მრავალფეროვნება და მავნებელ - დაავადებები საქართველოში, ISBN 978-1-4879-3793-5

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

მე-12 საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „მსოფლიო მეცნიერება: პრობლემები, პერსპექტივები და ინოვაციები“, 11-13 აგვისტო, 2021, ტორონტო, კანადა,

4) გვერდების რაოდენობა

1. 9. გვ.



ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

სტატიაში განხილულია ლობიოს ძირითადი მავნებლები და დაავადებები და მათ წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებები. ასევე მოცემულია ლობიოს გენეტიკური რესურსების აგრობიომრავალფეროვნება საქართველოში.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

##### 1. კაჭარავა თ

#### 2) მოხსენების სათაური

##### 1. სასარგებლო მცენარეთა ბიომრავალფეროვნება საქართველოში

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ი.ჟორდანიას სახელობის საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელ ცენტრში, სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია- „საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და საწარმოო ძალების მდგრადი განვითარების პერსპექტივები“ გაიმართა, რომელიც სტუ-ის 100 წლის იუბილესა და აკადემიკოს ი.ჟორდანიას დაბადებიდან 90 წლისთავს მიეძღვნა.

#### 2.

*მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

უკანასკნელ პერიოდში გაიზარდა ინტერესი ეკონომიკურად მომგებიანი სასარგებლო მცენარეებისადმი, მათი გამოყენების პოტენციალი სულ უფრო და უფრო იზრდება, მიუხედავად იმისა, რომ თანამედროვე მედიცინაში, კოსმეტოლოგიასა თუ კულინარიაში უხვად მოიპოვება გაცილებით იაფი სინთეტიკურ-ქიმიური საშუალებანი. ეს პროცესი არც არის გასაკვირი, რადგან ამ უკანასკნელთა გამოყენებას თან ახლავს მრავალი თანმდევი გართულებები, იგივე თუნდაც ალერგიულ დაავადებათა სახით, რასაც არა აქვს ადგილი ამ მცენარეებიდან მიღებული პრეპარატების მიღებისას. მცენარეული საშუალებების გამოყენების ეფექტურობას, პირველ რიგში განსაზღვრავს მათი მაღალი ბიოლოგიური აქტივობა და ნაკლებ ტოქსიკურობა, რადგან მცენარის ონთოგენეზის პერიოდში მეტაბოლიტური პროცესების მიმდინარეობისას წარმოიქმნება ისეთი მნიშვნელოვანი და ძვირფასი ნაერთები, როგორიცაა: ეთერზეთები, ალკალოიდები, გლიკოზიდები, მთრიმლავი ნივთიერებები, ვიტამინები ანუ ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებანი, რომელთა მოქმედება რბილი და ხანგრძლივია ადამიანთა ორგანიზმზე, მაგრამ შედეგიც სტაბილურია. მათი მოხვედრა ორგანიზმში იწვევს დადებით ფიზიოლოგიურ ეფექტს. სამკურნალო პრეპარატთა 30%-ზე მეტი მიიღება მცენარეებიდან, ყოველი მესამე პრეპარატი მსოფლიო ბაზარზე გახლავთ მცენარეული წარმოშობის და მათი ფასი, სინთეტიკურთან შედარებით, გაცილებით ნაკლებია.

საქართველო ამ მხრივ უნიკალურია, რადგან მრავალი კულტურულ მცენარეთა და მათი ველური წინაპრების წარმოშობის და გავრცელების კერას წარმოადგენს. აქ გავრცელებულია სამკურნალო, არომატული, სანელებელი, თაფლოვანი, საღებავი და შხამიანი, ანუ სასარგებლო მცენარეთა ის უნიკალური სახეობები, მათ შორის ენდემურები, რომლებიც სხვაგან არ გვხვდება. ამიტომაც, საქართველოს ღია ცისქვეშა გენეტიკური რესურსების ბანკს ეძახიან.

ფლორის დაახლოებით 21%, ანუ 900-მდე სახეობა ენდემურია (600 კავკასიის, 300 საქართველოს ენდემი). ასეთი ბიომრავალფეროვნება ქვეყნის სტრატეგიული სიმდიდრეა, რაც სტაბილური და მდგრადი განვითარების საწინდარია.

### 2. 8. უცხოეთში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

##### 1. Kacharava T

##### 2. Epitashvili T.

##### 3. Devaze T.

2) მოხსენებების სათაურები

1. Importance and use of Silybum Marianum in the Medicine

2. Some Physiological Peculiarities of biodiversity of Medicinal, Aromatic and Spicy Plants of Georgia

3. Chemical Composition of Cultivated Silybum Marianum

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. International Conference for Medicinal Plants Used in Lifestyle Products. Jadavpur University 188, Raja S.C. Mallick Road, Kolkata 700032, India, February 8-10, 2021, p 29, NMPB <https://www.icmpju.org>;

2. The proceedings of the International Scientific and Practical Conference, ISBN 978-966-437-606-5; UDK 615.322 (477)(082) P-71, „PLANTA+. SCIENCE, PRACTICE AND EDUCATION, February 19, 2021, Kyiv, p. 417-420;

3. The Proceedings of the III International Scientific and Practical Internet – Conference – Current – Approaches of Pharmaceutical Science in Development And Standardization Of Medicines And Dietary Supplements That Contain Components Of Natural Origin, YDK УДК 615.1 : 615.32 : 615.07

C 89; Kharkiv, 2021, c 17-18

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*  
სამივე მოხსენება გამოქვეყნებულია ფორუმის მასალებში -

3. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. პომიდვრის ფესვის და რიზოსფეროს სოკოვანი დაავადების გამომწვევ პათოგენებზე ბიოპრეპარატების და ფუნგიციდის მოქმედების შედარებითი შესწავლა მცენარისა და ნიადაგისათვის უსაფრთხო პირობების შეასქმნელად. (აგრო-ბიო ტექნოლოგია - მიკრობიოლოგიის მიმართულებით)

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2022წწ

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. გულიკო დვალი (უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, პროექტის ხელმძღვანელი)

2. ლეილა ზვიადაძე (მეცნიერ თანამშრომელი, ნიადაგის მიკროფლორის და ფესვისპირა რიზოსფეროს შესწავლა, პათოგენების და ფუნგოციდის რაოდენობრივი გამოკვლევა ბიოპრეპარატის და ფუნგიციდის შეტანის შემდეგ მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით).

3. მაია კობახიძე (მეცნიერ თანამშრომელი, in vitro პირობებში სხვადასხვა დროს ბიოპრეპარატის და ფუნგიციდის გავლენის შესწავლა - კონტროლი ჩითილის განვითარების ფაზების მიხედვით.)

4. ნაილი ლომთაძე (მეცნიერ თანამშრომელი, in vitro პომიდვრის ჩითილის ნიადაგის ქიმიური შედგენილობის და მიკრობიოლოგიური ანალიზები)

**კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**3.1 ქვე პროექტი:** ბიოპრეპარატ “ფიტოკატენას“ და ფუნგიციდ ‘რიდომილ გოლდის“ გავლენა პომიდვრის ფესვის ლპობის გამომწვევ Fusarium-ზე და ნიადაგის მიკროფლორაზე in vitro

როგორც ცნობილია უკანასკნელ წლებში მცენარეთა დაცვის მიზნით ნიადაგში ფუნგიციდების გამოყენებამ გამოიწვია სასარგებლო მიკროორგანიზმების შემცირება, ამიტომ ნიადაგის მიკრობთა შემადგენლობის გაუმჯობესების მიზნით საჭირო გახდა ბიოპრეპარატების გამოყენება, რომელთა შემადგენლობაში შემავალ აქტიურ ნივთიერებებს წარმოადგენენ მიკროორგანიზმები და მათი მეტაბოლიტები, ამასთანავე პათოგენი

სოკოების დათრგუნვა და ნიადაგის ეკოლოგიური მდგომარეობა, მისი აგრობიოცენოზი მოითხოვს ქიმიური პრეპარატების წილის შემცირებას და მიკრობული ბიოპრეპარატების წილის გაზრდას, რაც უზრუნველყოფს გარემოს დაცვას დაბინძურებისაგან და ბიოლოგიურად უსაფრთხო პროდუქტის წარმოებას. ამასთან დაკავშირებით გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის სამუშაო ითვალისწინებდა შეგვესწავლა ჩვენს მიერ გამოყოფილი და იდენტიფიცირებული პომიდვრის ფესვის ლპობის გამომწვევ სოკო ფუზარიუმზე, ნიადაგში არსებულ პათოგენებზე და სასარებლო მიკროორგანიზმებზე ბიოპრეპარატ ფიტოკატენას (*Pseudomonas fluorescens*) და ფუნგიციდ რიდომილ გოლდის“ გავლენა. დაგვედგინა ბიოპრეპარატის და ფუნგიციდის მოქედებით გამოწვეული ეფექტი, მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში, რადგან ბიოპრეპარატის შემადგენლობაში შემავალი მიკროორგანიზმების ცოცხალი უჯრედები ნიადაგში და მცენარეში მოხვედრისას აქტიურდებიან. ნიადაგში უჯრედი იზრდება და გარშემო გამოყოფს სხვადასხვა ნივთიერებებს, ერთი მათგანი თრგუნავს პათოგენი ორგანიზმის განვითარებას (ზრდას), სხვა კი ასტიმულირებს მცენარის ზრდა-განვითარებას, მესამე კი ამაღლებს იმუნიტეტს.

in vitro ექსპერიმენტი წარმოდგენილი გვექონდა 3 ვარიანტით. თითოეულ ვარიანტში პომიდვრის ჩითილს ვამრავლებდით ორ პარალელურ ქოთანში. ქოთნებში შესწავლილი იყო ნიადაგის pH და NPK (ექსპრეს მეთოდით, რაპიტესტის მეშვეობით.). მ. ი. ლიტვინოვის მეთოდით ნიადაგში განისაზღვრა მიკრობთა საერთო რაოდენობა. ნიადაგში წინასწარ შეტანილი გვექონდა მიკროელემენტებით მდიდარი 2%-იანი თხევადი სასუქი „ორგანიკა“ (მცენარეთა ბიოლოგიური დაცვის ცენტრის მიერ წარმოებული პრეპარატი). ასევე ცდისთვის ვიყენებდით ამავე ცენტრის მიერ დამზადებულ ბიოპრეპარატ ფიტოკატენას, რომლის აქტიურ ნივთიერებას წამოადგენს *Pseudomonas fluorescens*-ი და მისი მეტაბოლიტები.

პარალელურ ქოთნებში ვამრავლებდით ჩვენს მიერ პომიდვრის რიზოსფეროდან გამოყოფილ და იდენტიფიცირებულ ფესვის ლპობის გამომწვევ პათოგენ სოკო ფუზარიუმის თხუთმეტდღიან მუზეუმის სუფთა კულტურას, რომლის კულტივირება ხდებოდა თერმოსტატში 28 °C-ზე. ვამზადებდით კულტურალურ ხსნარს განზავება  $10^{-1}$ . საკვებ არედ გამოყენებული იყო ჩაპეკის და კარტოფილის მყარი საკვები.

ჩითილის გამოსაყვანად შევარჩიეთ პომიდვრის ჯიში 'სლივკა ტორკოელის' ჯანსაღი თესლი, რომელმაც პირველი ფოთოლი აღმოცენებიდან მე-12 დღეს მოგვცა. განვსაზღვრეთ ნიადაგის ქიმიური შემადგენლობა, აღმოჩნდა: pH - 7,0; კალიუმი 2,0; აზოტი-3,0; ფოსფორი 2,1; ქოთნის ფართობი იყო 15x15. ჩითილის მორწყვა ხდებოდა კვირაში ერთხელ. ჩითილის დარგვამდე შესწავლილი იქნა ნიადაგის მიკროფლორა, რომელშიც დიდი რაოდენობით იყო სოკოები, მცირე რაოდენობით ფუზარიუმი და ბაქტერიები.



ნიადაგის მიკროფლორა

სურ.1

ცდის in vitro სქემა ასეთი იყო:

1 ვარიანტი - საკონტროლო

1 ქოთანი - დარგული იყო მხოლოდ ჩითილი.

2 ქოთანი - დარგული იყო ჩითილი და შეტანილი გვექონდა 1მლ ფუზარიუმის სუსპენზია.

მე-2 ვარიანტი

3 ქოთანი ჩითილი + 1მლ ფუზარიუმის სუსპენზია + 2%-იანი ფიტოკატენას 40 მლ ხსნარი.

4 ქოთანი - ჩითილი + 1მლ ფუზარიუმის სუსპენზია + 2%-იანი ფიტოკატენას 40მლ ხსნარი ჩითილის დარგვიდან ოცი დღის შემდეგ.

მე-3 ვარიანტი

5 ქოთანი - ჩითილი + 1მლ ფუზარიუმის სუსპენზია + ფუნგიციდი რიდომილ გოლდის 1%-იანი 40მლ ხსნარი.

6 ქოთანი - ჩითილი + 1მლ ფუზარიუმის სუსპენზია + ფუნგიციდი რიდომილ გოლდის 1% -იანი 40მლ ხსნარი მცენარის დარგვიდან ოცი დღის შემდეგ.

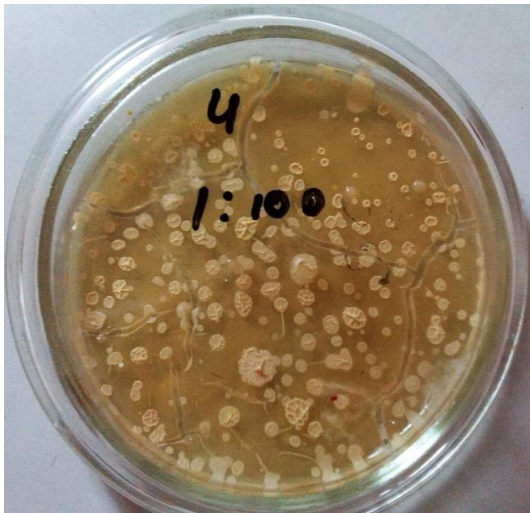
ექსპერიმენტის შედეგად მივიღეთ:

პირველ ვარიანტში (საკონტროლო) პირველი ქოთანი, სადაც დარგული იყო მხოლოდ ჩითილი და მეორე ქოთანი, სადაც ჩითილთან ერთად შეტანილი იყო ფუზარიუმის სუსპენზია, ჩითილი თანდათან დაჰკნა და გახმა.

ნიადაგის მიკრობიოლოგიურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ სოკოების რაოდენობა იგივე იყო, რაც მცენარის დარგვამდე. (სურ. 1. ); ფესვისპირა ნიადაგში არ აღმოჩნდა ფუზარიუმი, ხოლო მეორე ქოთანში მიკროფლორა იგივე იყო, მაგრამ გამხმარი ჩითილის ფესვისპირა ნიადაგში ფუზარიუმი ერთული სახით გვქონდა.

მესამე ქოთანში დარგულ ჩითილში სადაც შეტანილია 1მლ ფუზარიუმის სუპენზია და დამუშავებულია 2%-იანი ფიტოკატენას 40მლ ხსნარით, ჩითილი გაიზარდა და მოგვცა ჯანსაღი მცენარე. ფესვისპირა რიზოსფეროს და ნიადაგის მიკრობიოლოგიურმა ანალიზმა გვიჩვენეს, რომ ფიტოკატენამ ფუზარიუმის და პათოგენების განვითარება მკვეთრად დათრგუნა და რიზოსფეროში დიდი რაოდენობით გამრავლდა სპოროვანი ბაქტერიები *Bac. megaterium*-ი და *Bac. mezenterikus*-ი.

ამრიგად, აღნიშნულმა პრეპარატმა სტიმული მისცა ნიადაგში იმ ბაქტერიების გამრავლებას, რომლებიც ხელს უწყობენ მცენარის ზრდა-განვითარებას, ხოლო ბიოპრეპარატის (*Ps.fluorescens*) და მისი მეტაბოლიტების ანტაგონისტურმა მოქმედებამ დათრგუნა ფუზარიუმის და პათოგენების განვითარება. (სურ 2. 3.)



სურ.2 *Ps.fluorescens*

სურ.3 ჯანსაღი მცენარე

მეოთხე ქოთანი, სადაც ფუზარიუმი გვქონდა შეტანილი და ფიტოკატენას ხსნარით ჩითილის გამოკვება მოვახდინეთ ოცი დღის შემდეგ, მცენარე კარგად განვითარდა. ფესვისპირა ნიადაგის და რიზოსფეროს ანალიზმა გვიჩვენა, რომ რაოდენობრივად ფუზარიუმი და სოკოები დაითრგუნა, მაგრამ მესამე ქოთანთან შედარებით მათზე ბიოპრეპარატის გავლენა ნაკლები იყო, ხოლო ბაქტერიების რაოდენობა გაიზარდა. (სურ. 4, 5).

მეოთხე ქოთანი, სადაც ფუზარიუმი გვქონდა შეტანილი და ფიტოკატენას ხსნარით ჩითილის გამოკვება მოვახდინეთ ოცი დღის შემდეგ, მცენარე კარგად განვითარდა. ფესვისპირა ნიადაგის და რიზოსფეროს ანალიზმა გვიჩვენა, რომ რაოდენობრივად ფუზარიუმი და სოკოები დაითრგუნა, მაგრამ მესამე ქოთანთან შედარებით მათზე ბიოპრეპარატის გავლენა ნაკლები იყო, ხოლო ბაქტერიების რაოდენობა გაიზარდა. . (სურ. 4, 5). ნაჩვენებია ჩითილი და მიკროფლორა ბიოპრეპარატის შეტანიდან 20 დღის შემდეგ.





სურ.4 ჩითილი



სურ.5 მიკროფლორა

მეხუთე ქოთანში, რომელშიც ჩითილის დარგვასთან ერთად შევიტანეთ ფუზარიუმის სუსპენზია დამცენარე გამოვკვებეთ ფუნგიციდ რიდომილ გოლდით, მცენარე კარგად განვითარდა, მაგრამ მიკროფლორის ანალიზის შედეგად აღმოჩნდა, რომ დაითრგუნა რიზოსფეროს მთელი მიკროფლორა, როგორც ფუზარიუმი ასევე სოკოები და ბაქტერიები. (სურ . 6)



სურ. 6 რიდომილ გოლდით დამუშავებული ჩითილი

მეექვსე ქოთანში, სადაც შეტანილი გვქონდა ფუზარიუმის სუსპენზია და რიდომილ გოლდი შევიტანეთ მცენარის განვითარების მეოცე დღეს, ფუნგიციდმა იგივე შედეგი მოგვცა, რაც მეხუთე ქოთანში გვქონდა. კერძოდ, დათრგუნა როგორც ფუზარიუმი და სოკოები, ასევე სასარგებლო მიკროორგანიზმები.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ბიოპრეპარატი ფიტოკატენას შეტანა ჩითილთან ერთად შედარებით დადებით ეფექტს გვაძლევს, ვიდრე დარგვიდან რამდენიმე დღის შემდეგ შეტანილი პრეპარატი. ფესვიპირა მიკროფლორა არის უფრო დაცული პათოგენებისაგან. ამასთანავე ფიტოკატენამ მაღალი ანტაგონისტური დამოკიდებულება გვიჩვენა, როგორც პათოგენების, ასევე

ფუზარიუმის მიმართ და სტმული მისცა სასარგებლო მიკროორგანიზმების განვითარებას, რომლებიც ნიადაგის გაკულტურებას იწვევენ. ფუნგიციდმა, კერძოდ რიდომილ გოლდმა დათრგუნა ყველა მიკროორგანიზმის განვითარება, როგორც სასარგებლო, ასევე პათოგენების.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

#### 1) ავტორი/ავტორები

1. გულიკო დვალი, ლეილა ზვიადამე, მაია კობახიძე, ნაილი ლომთაძე
2. თამარ შამათავა, მერაბ ჟღენტი, გულიკო დვალი

#### 2) სტატიის სათაური, ISSN

1. ბიოპრეპარატ „ფიტოკატენას“ გავლენა პომიდვრის ფესვისა და რიზოსფეროს სოკო fusarium-ზე
2. კალციუმის ქლორიდისა და ეკალიპტის ექსტრაქტის ზეგავლენა მსხლის ზოგიერთი ჯიშის შენახვისუნარიანობაზე

#### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. მეცნიერება და ტექნოლოგიები ISSN0130-7061 სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი #3(737)
2. მეცნიერება და ტექნოლოგიები ISSN0130-7061 სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი #3(737)

#### 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
2. თბილისი, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“

#### 5) გვერდების რაოდენობა

1. გვ. 81-85
2. გვ. 86-92

### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. შესწავლილ იქნა ბიოპრეპარატ ფიტოკატენას გავლენა პომიდვრის ფესვისა და რიზოსფეროს პათოგენ სოკო ფუზარიუმზე. ცდები ტარდებოდა მარნეულის რაიონის სოფ. წერეთელში არსებულ კერძო ფერმერულ მეურნეობაში. საცდელად აღებული იყო პომიდვრის ჯიში „სლივკა ტორკოელი“. გამოკვლეული იქნა როგორც დაუმუშავებელი, ისე დამუშავებული (ჩთილებით დარგული) ნიადაგი. შესწავლილ იქნა პათოგენი სოკოების და ფესვის ლპობის გამომწვევი სოკო ფუზარიუმის საერთო რაოდენობა. ჩატარებული კვლევებით დაუმუშავებელ ნიადაგში პათოგენი სოკოების რაოდენობა მნიშვნელოვნად მეტი იყო დაუმუშავებელთან შედარებით. დომინანტ პათოგენს წარმოადგენდა ფუზარიუმი. შესწავლილი იქნა, როგორც ბიოპრეპარატ ფიტოკატენათი დამუშავებული ისე დაუმუშავებელი პომიდვრის ფესვისა და რიზოსფეროს მიკროფლორა. ნიმუშები აღებულ იქნა მცენარის განვითარების ყვავილობის ფაზაში. ფიტოკატენათი დამუშავებულ ვარიანტში, როგორც ფესვზე, ისე რიზოსფეროში პათოგენების და ფუზარიუმის საერთო რაოდენობა საგრძნობლად შემცირდა დაუმუშავებელ ვარიანტთან შედარებით, რამაც განაპირობა ნიადაგის გაჯანსაღება და ჯანსაღი მცენარის მიღება.

2. სტატიაში მოცემულია შენახვის დროს მსხლის შენახვისუნარიანობის ხანგრძლივობის შესწავლა 0,2%-იანი კალციუმის ქლორიდის და 1%-იანი ეკალიპტის ექსტრაქტის კომბინირებული ხსნარის მოქმედებით, რომლებიც წარმოადგენენ ეკოლოგიურად უსაფრთხო ნაერთებს. საცდელად აღებული იყო ორი ჯიში: „სამარიობო“ და „კონფერენსი“. შენახვის პერიოდი გაგრძელდა ხუთი თვე. დაკვირვება მიმდინარეობდა მსხლის მასის კლებაზე, ფიზიოლოგიურ და მიკრობიოლოგიურ დაავადებებზე. დამუშავებული მსხლის ნაყოფების მასის კლებაზე დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ ორივე ჯიშის მსხალში ნალები დანაკარგია დაუმუშავებელთან შედარებით. შენახვის დროს ორივე ჯიშის მსხალში აღმოჩნდა დაავადებული ნაყოფები.

დაავადების გამომწვევი პათოგენების შესასწავლად ჩატარდა მიკრობიოლოგიური ანალიზი. დაავადების გამომწვევ სოკოებს მიეკუთვნებოდნენ *Penicilium expansum*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporm*. ექსპერიმენტში გაოყენებულმა კომბინირებულმა ხსნარმა დადებითად იმოქმედა სამივე პათოგენ სოკოთი გამოწვეულ დაავადებების დათრგუნვაზე. ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ ეკოლოგიურად სუფთა ხსნარით დამუშავებული მსხლის ორივე ჯიშის შენახვის ვადამ შეადგინა 120 დღე, რაც 1,5 თვით მეტია საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით, ხოლო ფიზიოლოგიური დაავადებებით და პათოგენური სოკოებით გამოწვეული დანაკარგები შემცირდა 6,0 – 8,0 %-ით საკონტროლოსთან შედარებით.

**4.პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები**  
(სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

**„ხილის და სასუფრე ყურძნის ჯიშების ბიოქიმიური კვლევა და შენახვის ახალი ტექნოლოგიის შემუშავება.“**  
**სოფლის მეურნეობის-აგრობიოტექნოლოგია**

1. ქვე-პროექტი-„ზოგიერთი კურკოვანი ხილის შენახვის ახალი მეთოდის შემუშავება და თეორიული დასაბუთება“.

2. ქვე-პროექტი-„სასუფრე ყურძნის ჯიშების შენახვისუნარიანობის შესწავლა და შენახვის მეთოდების შემუშავება“

3.ქვე-პროექტი-„საქართველოში ინტროდიცირებული მსხლის ორი ჯიშის „სამარიობო“ და „კონფერენსიეს“ შენახვა“

4. ქვე-პროექტი-„კურკოვანი და კენკროვანი ხილის, ასევე სასუფრე ყურძნის ინტროდუცირებული ჯიშების ბიოქიმიური კვლევა და შენახვის ახალი ტექნოლოგიის შემუშავება“

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2022წწ
2. 2018-2022წწ
3. 2018-2022წწ
4. 2018-2022წწ

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.მერაბ ჟღენტი ( ბიოტექნოლოგიის ცენტრის მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი,სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი საერთო პროექტის ხელმძღვანელი, ასევე ქვეპროექტის ხელმძღვანელი- კურკოვნების შენახვა)

2. მაია კუხალიაშვილი , ქვე პროექტის ხელმძღვანელი (ყურძნის შენახვა))

3.თამარ შამათავა(უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, (მსხლის შენახვა)

4..გულნაზი კაიშაური ((უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, (გადამუშავების თემა)

5.ივეტა მეგრელიაშვილი, (მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ბიოქიმიური ანალიზები)

5. თამარ ჭიპაშვილი(მეცნიერი თანამშრომელი, მიკრობიოლოგიურ დაავადებებზე კონტროლი)

6. ..ეკატერინე ბულაური(მეცნიერი თანამშრომელი, ფიზიოლოგიური დაავადებებზე კონტროლი და ქიმიური ანალიზები).



**კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**ქვე პროექტი-1 ზოგიერთი კურკოვანი ხილის შენახვის ახალი მეთოდის შემუშავება და თეორიული დასაბუთება**

საანგარიშო პერიოდში გრძელდებოდა კვლევები კურკოვანი ხილის შენახვისუნარიანობის გაუმჯობესების მიზნით.

**კვლევის ობიექტს** წარმოადგენდა : ბლის 3 ჯიში: კორდია, რეჯინა, სვით ჰარდი.ატმის 2 ჯიში: ფეიმტაიმი, ო-ჰენრი. ნექტარინის 2ჯიში: მორსიანი, მაქსი-7

საანგარიშო პერიოდში კურკოვან ხილზე ჩატარებული კვლევები კვლევა მოიცავდა, როგორც ექსპერიმენტული ასევე ლაბორატორიული სახის სამუშაოებს,

კვლევა ჩატარდა შემდეგი სქემის მიხედვით, ცალკეული კულტურის ჯიშები შენახვის წინ დამუშავდა კომბინირებული ნახავის (კალციუმის ქლორიდი 2%+ევკალიპტის ექსტრაქტი 1%)ხსნარით, საკონტროლო ვარიანტს წარმოადგენდა წყლით დამუშავებული ნაყოფები

თითველი ვარიანტი ინახებოდა მაცივარ საკანში 0-10<sup>0</sup> C და 80-90% ფარდობითი ტენიანობის პირობში,

ატამი 2 ჯიში - 2ვარიანტი დამუშავებული + 2 საკონტროლო ,სულ 4 ვარიანტი ასევე

ნექტარინის 4 ვარიანტი.

ბლის 3 ჯიში 3 დამუშავებული+ 3 საკონტროლო. სულ 6 ვარიანტი

ცდის დაწყების წინ თითველ ჯიშში განისაზღვრა რიგი ბიოქიმიური მაჩვენებლები: ხსნადი მშრალი ნივთიერება, ტიტრული მჟავიანობა, ფენოლური ნივთიერებები, განისაზღვრა ანტიოქსიდანტურობა აქტივობა.

შენახვის პროცესში ბიოქიმიური მაჩვენებლების ცვლილების შესწავლის მიზნით, შენახვის წინ გამოკვლეული იქნა რიგი ბიოქიმიური მაჩვენებლები, როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, ბლის ჯიშებიდან ხსნადი მშრალი ნივთიერების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა კორდია 13,75% , ხოლო ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა ჯიში რეჯინა 11,53%, ჯამური პოლიფენოლებით გამოირჩევა ჯიში სვითჰარდი 135,51მგ/100გრ, ყველაზე დაბალით რეჯინა-101,35მგ/100გრ.რაც შეეხება ანტიოქსიდანტურ აქტივობას , ამ მხრივ გამოირჩევა კორდია 190,73 (ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი მგ-ში), ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი ფიქსირდება სვითჰარდი -151,49(ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი მგ-ში). ანალოგიური გამოკვლევები ჩატარდა ატმის და ნექტარინის ჯიშებზე: მიღებული მონაცემებიდან ჩანს, რომ ანტიოქსიდანტური აქტივობით ატმის ჯიშები- არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან- ფაიმტაიმი 208,64 და ო-ჰენრი-212,33 (ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი მგ-ში), რაც შეეხება ნექტარინის ჯიშებს მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით ხასიათდება მორსიანი-60 -149,71, ხოლო მაქსი-7, მხოლოდ 90,68 (ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი მგ-ში),წარმოდგენილი პროექტი გარდამავალია და კვლევები ამჟამადაც გრძელდება.

**ქვე პროექტი-2“** სასუფრე ყურძნის ჯიშების შენახვისუნარიანობის შესწავლა და შენახვის მეთოდების შემუშავება“. კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა სასუფრე ყურძნის 4 ჯიში: „ სენტენიალ

სილდრესი“, „რედგლობი“, „დონ მარიანო“ და „იტალია“, საცდელი ნიმუშები აღებული იყო ჯიდაურას საცდელ სადემონსტრაციო ბაზიდან. თითოეულ ჯიშზე ჩატარდა როგორც ექსპერიმენტალური, ასევე ბიოქიმიური სახის გამოკვლევები, საცდელი ნიმუშები დამუშავდა დამუშავდა კომბინირებული ხსნარით ( კალციუმის ქლორიდი 2% და ევკალიპტის ექსტრაქტი 1%) ხსნარით, საკონტროლოდ ვარიანტად აღებული იყო წყლით დამუშავებული ნაყოფები, სულ ცდაში მონაწილეობდა 8 ვარიანტი, საცდელი ნიმუშები ინახება მაცივრის პირობებში 0-1°C ტემპერატურისა და და 80-90% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

შენახვის წინ თითოეულ ვარიანტში განისაზღვრა ხსნადი მშრალი ნივთიერება, შაქარი, ტიტრული მჟავიანობა, ჯამური პოლიფენოლები, ანტოციანები, ანტიოქსიდანტური აქტივობა, ჩატარებული გამოკვლევებიდან გამოვლენილია რომ, რომ ხსნადი მშრალი ნივთიერების მაღალი მაჩვენებლით ხასიათდება ჯიში იტალია 20,1% ყველაზე ნაკლებით რედ გლობი 17,73% დანარჩენ ჯიშებს შუალედური ადგილი უკავია, ჯიშებს შორის ანტოციანების შემცველობის მაღალი მაჩვენებლით გამოირჩევა ჯიში დონ მარიანო-230,33მგ/100გრ, ხოლო ყველაზე დაბალით კი ჯიში იტალია 187,8 მგ/100გრ, ანტიოქსიდანტური აქტი ვობის მხრივ ყურადღებას იმსახურებს ჯიში „რედ გლობი“ 133,41( ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი მგ), ხოლო ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა ჯიშ „იტალია“-ში 101,31 (ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი მგ) დანარჩენ ჯიშებს მათ შორის შუალედური ადგილი უკავიათ.( სურ. 1, და სურ.2. ყურძნის ჯიშები შენახვის ბოლოს ( 120 დღე).



სურათი 1.

სურათი. 2.

საანგარიშო პერიოდში ასევე შესწავლილი იქნა ნატრიუმის მეტაბისულფიტის სხვადასხვა კონცენტრაციების გავლენა ყურძნის ჯიშების „რქაწითელის“ და „თბილისურის“ შენახვისუნარიანობაზე. დადგენილი იქნა შენახვისთვის საუკეთესო კონცენტრაცია.

წარმოდგენილ ქვე-პროექტზე მუშაობა ამჟამადაც მიმდინარეობს, პროექტი გარდამავალია.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8. 2. უცხოეთში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

#### 1. მ. კუხალიშვილი

#### 2. ი. მეგრელიშვილი

2) მოხსენების სათაური

1. **Development of storage technology of grapevine variety “Italia” in Georgia“**

2. **Use of Sodium metabisulfite to improve storability of two Georgian grape cultivars “Rkatsiteli” and “Tbilisuri”**

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. 20-21 ნოემბერი. 2021წ. სტამბოლი (თურქეთი)-ISER Conference on Agricultural and Biological Science Istanbul, Turkey 20th - 21st November, 2021, - ISBN:978-93-90150-28-1. Edn:182

2. 20-21 ნოემბერი. 2021წ. სტამბოლი (თურქეთი)- ISER Conference on Agricultural and Biological Science Istanbul, Turkey 20th - 21st November, 2021. - ISBN:978-93-90150-28-1. Edn:182

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)  
ორივე მოხსენება გამოქვეყნებულია ფორუმის მასალებში - **Publisher and Printed by- Institute of Research and Journals - KHANDAGIRI. Bhubaneswar. Odisha.India.**

**ქვე პროექტი-3** „საქართველოში ინტროდუცირებული მსხლის ორი ჯიშის „სამარიობო“ და „კონფერენსიეს“ შენახვა სამაცივრე პირობებში

საანგარიშო პერიოდის განმავლობაში, მოხდა მსხლის ორივე ჯიშის („სამარიობო“ და „კონფერენსიე“) შენახვა სამაცივრე პირობებში შენახვის წინ მსხლის ორივე ჯიშში დამუშავდა კალციუმის ქლორიდის  $\text{CaCl}_2$ -ის 0.2%-იანი და ევკალიპტის ექსტრაქტის 0.1%-იანი ხსნარით. საკონტროლო ვარიანტი იყო დაუმუშავებელი მსხალი.

კვლევა მოიცავდა, როგორც ექსპერიმენტულ, ასევე ლაბორატორიული სახის სამუშაოს

მასაში ბუნებრივი კლების გასაგებად ცდის დაწყების დროს ფიქსირებული იქნა, როგორც მთლიანად საცდელი განმეორებები, ასევე 10-15 ცალი მსხლის ნაყოფების მასა მეთოდის მიხედვით.

ჯიშში „სამარიობო“ და „კონფერენსიე“ დამუშავების შემდეგ აიწონა და მოთავსდა კონტეინერებში ყუნწით მალა და შენახულ იქნა მაცივარში  $0+1^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე და 85-95% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

შენახვის პროცესში ვაწარმოებდით დაკვირვებას მსხლის მასაში კლებაზე, მასაში კლების სიდიდეს განსაზღვრავენ პროდუქციის საკონტროლო (ფიქსირებული) სინჯის მეთოდით.

ჩვენს მიერ ჩატარებული ცდამ აჩვენა რომ ეკოლოგიურად სუფთა ხსნარით დამუშავებული ნიმუშები შეინახა მასის ნაკლები დანაკარგით კერძოდ ჯიშ „სამარიობო“-1.022გ.-ით, ხოლო „კონფერენსიე“-0.825გ. საკონტროლოსთან შედარებით, ასევე დამუშავებულ ნიმუშებში რბილობის გამუქება ჯიშ „სამარიობოს“ და „კონფერენსიეს“ შემთხვევაში განისაზღვრა შესაბამისად 11-8%-ით, რაც 6%-ით ნაკლებია საკონტროლოსთან შედარებით. პათოგენური სოკოებით გამოწვეული დანაკარგები ჯიშ „სამარიობოში“ 17,18,25%-ით შემცირდა ხოლო „კონფერენსიეში“-16,20,23%-ით. აქედან გამომდინარე ვასკვნით, რომ დამუშავებული მსხლის ორივე ჯიშში უკეთესად შეინახა 120 დღის მანძილზე, თუმცა უკეთესი შედეგი აჩვენა ჯიშმა „კონფერენსიემ“ რაც განპირობებულია ჯიშის უკეთესი ჯიშური თვისებებით.

პროექტის ფარგლებში განისაზღვრა პოლიფენოლების შემცველობა, ანალიზი ჩატარდა სპექტოფოტომეტრის საშუალებით, მიღებული შედეგი გამოვთვალეთ შემდეგი ფორმულით

$$\bar{x} = \frac{Y-0,0559}{0,0182}$$

შენახვის დასაწყისში პოლიფენოლებმა ჯიმ „სამარიობო“-საკონტროლო ვარიანტში შეადგინა 13.5მგ. ხოლო დამუშავებულ ნაყოფებში 15.8მგ ჯიმ „კონფერენსიეში“ საკონტროლო-12.8მგ, დამუშავებული-16.5მგ. შენახვის ბოლოს „სამარიობო“ K იყო 11.2 (406593)მგ, დამუშავებული 12.3(31868)მგ, ჯიმ „კონფერესიეს“ შემთხვევაში K 10.3(445683)მგ, ხოლო დამუშავებული 11.6(021978)მგ. ცდამ აჩვენა, რომ ცდის ბოლოს აღნიშნული ხსნარით დამუშავებულ ორივე ჯიმის ნიმუშებში პოლიფენოლების რაოდენობა საკონტროლოსთან შედარებით „სამარიობოში 1.2 მგ-ით, ხოლო „კონფერენსიეში“-2.9მგ.-ით მეტი იყო

ქვე პროექტი გარდამავალია, კვლევები ამჟამადაც მიმდინარეობს.

## 6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. თ.შამათავა, მ.ჟღენტი, გ. დვალი

2) სტატიის სათაური, „კალციუმის ქლორიდის და ევკალიპტის ექსტრაქტის ზეგავლენა მსხლის ზოგიერთი ჯიმის შენახვისუნარიანობაზე“

1. სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ ISSN 0130-7061 Index 76127 N თბილისი, 2021 გვ.- ჩაშვებულია გამოსაქვეყნებლად. გამოდის 2021 წლის დეკემბრის ბოლოს და აქედან გამომდინარე ჩავწერეთ ესეთი სახით.

**4.ქვეპროექტი - „ხილის გადამუშავების პროდუქტების კვებითი ღირებულების სრულყოფა ზოგიერთი კენკროვანი კულტურიდან მიღებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით“.**

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

2018 – 2022 წწ.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

**გულნაზი კაიშაური** \_ უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი (ქვეთემის ხელმძღვანელი და ძირითად შემსრულებელი).

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

საკვები პროდუქტების ასორტიმენტის გაფართოება და შემადგენლობის მხრივ კვების დაბალანსებული პროდუქტების შექმნა შეუძლებელია ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეულის გამოყენების გარეშე.

ბოლო დროს მეცნიერთა განსაკუთრებული ყურადღება მიქცეულია იშვიათად გამოყენებული, მაგრამ კვებითი ღირებულების მხრივ პერსპექტიული ხილისა და ბოსტნეულისაკენ, რომლებიც ვიტამინებისა და მიკროელემენტების გარდა შეიცავენ სრულფასოვან ცილებს, სამკურნალო მოქმედების ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებსა და სხვა

ამ მხრივ საყურადღებოა ველური ხილი და კენკრა. ხილკენკროვნების კვებითი ღირებულება დამოკიდებულია მის ქიმიურ შედგენილობაზე, რაც განსაზღვრავს ადამიანის ორგანიზმზე ნედლეულის სამკურნალო ან სამკურნალო-პროფილაქტიკურ მოქმედებას.

ამჟამად, ველური ხილისა და კენკრის გამოყენების შესაძლებლობები უსაზღვროა. სასიამოვნო გარეგანი სახე, განსაკუთრებული გემო და არომატი, სასარგებლო თვისებები, ეკოლოგიური სისუფთავე, დიდი რაოდენობით შემცველი ანტიოქსიდანტები და მწიფობის სხვადასხვა პერიოდი საშუალებას იძლევა

აღნიშნული ხილი დიდი ხნის განმავლობაში იქნას გამოყენებული როგორც ნედლი სახით, ისე სხვადასხვა საკვები პროდუქტის დასამზადებლად.

თვლიან, რომ თანამედროვე პირობებში ადამიანის ჯანმრთელობის ნორმალურად შენარჩუნება, მისი სიცოცხლისუნარიანობის გახანგრძლივება შეუძლებელია კენკროვანი კულტურების წლიური მოხმარების გარეშე

საქართველოს სანედლეულო რესურსი მდიდარია ბუნებრივად მზარდი ველური ხილით. მას შეუძლია უზრუნველყოს თავისი მოსახლეობის მოთხოვნილება ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით მდიდარ პროდუქტებზე. აღნიშნულის მიუხედავად, საქართველოს კვების მრეწველობის საწარმოები მას ნაკლებად იყენებენ. აქედან გამომდინარე, საკითხი აქტუალურია.

საკვები პროდუქტების ხარისხის (გარეგანი სახე, ფერი, გემო და სხვ.) გასაუმჯობესებლად კანონმდებლობით დადგენილია გამოსაყენებელი ნივთიერებების ე.წ. საკვებდანამატების ნუსხა. მათ ლებულობენ როგორც ბუნებრივი ასევე ხელოვნური გზით. ისინი გვხვდება აბების, ფხვნილის, სითხის და სხვ. სახით. თანამედროვე მომხმარებელი უპირატესობას ანიჭებს ნატურალური ინგრედიენტების ანუ ბიოლოგიურად აქტიური დანამატების შემცველ პროდუქტებს.

აქედან გამომდინარე, კენკროვნებისგან მიღებული დანამატების გამოყენება სხვადასხვა სახის ხილისგან დამზადებულ პროდუქტებში ხელს შეუწყობს ამ უკანასკნელთა ანტიოქსიდანტური აქტივობის ამაღლებასა და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით გამდიდრებას. ამასთან გაიზრდება გამოშვებული პროდუქტის ასორტიმენტიც.

კვლევის ძირითადი მიზანი იყო ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით მდიდარი ველურად მზარდი ზოგიერთი კენკროვანი მცენარეული ნედლეულის შერჩევა და მათი გამოყენებით ზოგიერთი ხილის გადამამუშავების პროდუქტების კვებითი ღირებულების სრულყოფა. შესრულდა შემდეგი კვლევები:

- გადასამუშავებელი ნედლეულის სანედლეულო ბაზის ბიოქიმიური კვლევა;
- ზოგიერთ ველურად მზარდ კენკროვანთა ნაყოფიდან დანამატების მიღება;
- ზოგიერთი ხილისგან დამზადებული პროდუქტების გამდიდრება კენკროვანი ხილისგან მიღებული დანამატებით;
- მიღებული პროდუქტების ბიოქიმიური კვლევა კვებითი ღირებულების თვალსაზრისით.

საანგარიშო პერიოდში გაგრძელდა წინა წლებში დაწყებული სამუშაოები, კერძოდ საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში გავრცელებული, ველურად მზარდი კენკროვნების კვლევა.

კვლევის ობიექტად შერჩეული იყო ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით მდიდარი, ველურად მზარდი მოცხარისა და კუნელის სახეები.

ნედლეული შემოზიდულ იქნა: გორის რაიონიდან (წითელი და შავი მოცხარი) და კურკოს ტყიდან, რომელიც ქ. დუშეთს გარს ერტყმის აღმოსავლეთითა და ჩრდილოეთით (წითელი, შავი და მოშავო-მოწითალო კუნელი).

ექსპერიმენტი ტარდებოდა სტუ ბიოტექნოლოგიის ცენტრის სამეცნიერო ლაბორატორიაში. კვლევები ტარდებოდა კვლევის სტანდარტული და თანამედროვე მეთოდებით.

დასახული მიზნის მისაღწევად გამოკვლეულია მოცხარის როგორც სასაქონლო მაჩვენებლები (მათ შორის C ვიტამინი, ფენოლური ნაერთები, ანტოციანინები), ასევე ტექნოლოგიური მაჩვენებლები.

კვლევის ამ ეტაპზე ერთერთი ამოცანა ასევე იყო ზოგიერთ ველურად მზარდ კენკროვანთა ნაყოფიდან დანამატების მიღება. ამ მიზნით კენკრა, კერძოდ, წითელი და შავი მოცხარი, ასევე წითელი, შავი და მოშავო-მოწითალო კუნელი, დაექვემდებარა სათანადო გადამამუშავებასა და შემდგომ შრობას.

ზემოაღნიშნულის გარდა, მოცხარის ორივე სახეობიდან დამზადდა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით მდიდარი პროდუქცია - სასმელი და პექტინის ნამზადი.



1.წითელი მოცხარის სასმელი



2.შავი მოცხარის სასმელი



3.პექტინის ნამზადი წითელი მოცხარისგან



4.პექტინის ნამზადი შავი მოცხარისგან

კვლევის შემდეგ ეტაპზე გათვალისწინებულია მიღებული საკვებდანამატების გამოყენება სხვადასხვა პროდუქციის გასამდიდრებლად. პროექტი გარდამავალია.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

#### 1) ავტორი/ავტორები

გ. კაიშაური, თ. ბარათაშვილი

#### 2) სტატიის სათაური, ISSN

ხურტკმელის ნაყოფების სამკურნალო მნიშვნელობა და მათი გამოყენება, ISSN 0130-7061, Index 76127

#### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

სამეცნიერო-რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, N1(735)

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

ქ. თბილისი, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“

5) გვერდების რაოდენობა

გვ. 66 – 68.

### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

ნაშრომში განხილულია გარეული კენკრა, კერძოდ ხურტკმელი, და მისი გადამუშავების პროდუქტები. მოცემულია ხურტკმელის ბოტანიკური დახასიათება, ქიმიური შედგენილობა, სასარგებლო და სამკურნალო თვისებები. დადგენილია, რომ ხურტკმელი თავისი ხარისხობრივი მაჩვენებლებისა (ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები და ქიმიური შედგენილობა) და სასარგებლო თვისებების გამო შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს როგორც სამკურნალოდ, ისე გადამამუშავებელ მრეწველობაში

**დამატებითი ინფორმაცია ( გ. კაიშაური)- აქტივობა.**

**მონაწილეობა:**

**I. სურსათის სფეროში სტანდარტიზაციის ტექნიკური კომიტეტის “სასურსათო პროდუქტები“**

**(ტკ-3) მუშაობაში** - საერთაშორისო სტანდარტების (ისო) ქართულენოვანი ვერსიის საქართველოს სახელმწიფო სტანდარტებად მისაღებად (ექსპერტიზა-განხილვა) **(გ.კაიშაური):**

ა) სსტ ისო 11290-1 : 2017/2021 სასურსათო ჯაჭვის მიკრობიოლოგია – *Listeria monocytogenes*-ის და *Listeria spp.*-ს გამოვლენისა და რაოდენობრივი აღრიცხვის ჰორიზონტალური მეთოდი – ნაწილი 1: გამოვლენის მეთოდი;

ბ) სსტ ისო 11290-2:2017/2021 კვების ჯაჭვის მიკრობიოლოგია – *Listeria monocytogenes*-ის და *Listeria spp.*-ს გამოვლენისა და რაოდენობრივი აღრიცხვის ჰორიზონტალური მეთოდი – ნაწილი 2: რაოდენობრივი აღრიცხვის მეთოდი;

გ) სსტ ისო 21528-1:2017/2021 სასურსათო ჯაჭვის მიკრობიოლოგია - Enterobacteriaceae-ს გამოვლენისა და რაოდენობრივი აღრიცხვის ჰორიზონტალური მეთოდი - ნაწილი 1: Enterobacteriaceae-ს გამოვლენა;

დ) სსტ ისო 21528-2:2017/2021 სასურსათო ჯაჭვის მიკრობიოლოგია – Enterobacteriaceae-ს გამოვლენისა და რაოდენობრივი აღრიცხვის ჰორიზონტალური მეთოდი – ნაწილი 2: კოლონიების დათვლის მეთოდი.

### **II. ვებინარში/სემინარში/ტრენინგში (გ.კაიშაური)**

1. ბრიტანეთის საბჭოს, უმაღლეს სასწავლებლებში სამეწარმეო უნარების განვითარების პროგრამის „შემოქმედებითი ნაპერწკალი“ III წლის პროექტი NEV16048P8P ფარგლებში, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტისა და კილის უნივერსიტეტის (დიდი ბრიტანეთი) ერთობლივად ორგანიზებულ ღონისძიებაში „სტუ-ს მეწარმეობის დღე 2021“. 26.02.2021. თბილისი **(სერთიფიკატი)**.

2. პროგრამის „ STEM კვლევისა და უმაღლესი განათლების მხარდაჭერა საქართველოში“ IV მინი კურსი, სან დიეგოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის, პარტნიორ უნივერსიტეტებთან ერთად ორგანიზებული (ამერიკის საელჩოს ფინანსური მხარდაჭერით). 7.04.2021.

3. განათლების საერთაშორისო ონლაინ გამოფენაში. 18.04.2021.



4. საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ERASMUS+ PRINTEl პროექტის (N585760-EPP-1-2017-1-AM-EPPKA2-CBHE-JP) „ცვლილებები საკლასო ოთახში: ინოვაციური სწავლებისა და სწავლის ხელის შეწყობა სტუდენტის სასწავლო გამოცდილების გასაუმჯობესებლად აღმოსავლეთ პარტნიორობის ქვეყნებში“ ფარგლებში ორგანიზებულ ინოვაციური პედაგოგიკის ტრენინგურსში „ვიდეო - როგორც სასწავლო ინსტრუმენტი გადაუდებელი სიტუაციების პედაგოგებისათვის“. 26.04.2021 – 28.04. 2021. თბილისი **(სერთიფიკატი)**.

5. საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი - საქპატენტის სასწავლო ცენტრისა და WIPO-ს აკადემიის მიერ ორგანიზებულ დისტანციურ სწავლებაში „ინტელექტუალური საკუთრების ზოგადი კურსი“. 04.05.2021 – 17.06.2021. თბილისი **(სერთიფიკატი)**.

6. Erasmus+ PRINTEl პროექტის პირველი ყოველწლიური სწავლებისა და სწავლის ფორუმში „უმაღლეს განათლებაში ციფრული სწავლებისა და სწავლის საკითხები და პერსპექტივები“ ("ISSUES AND PERSPECTIVES OF DIGITALLY-ENHANCED TEACHING & LEARNING IN HIGHER EDUCATION"). 20.05.2021.

7. პროგრამის „STEM კვლევისა და უმაღლესი განათლების მხარდაჭერა საქართველოში“ V მინი კურსი, ორგანიზებული საქართველოში აშშ-ის საელჩოს ფინანსური მხარდაჭერით (სან დიეგოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის კალიფორნიის კამპუსი). 6.07.2021.

8. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ორგანიზებით ვირტუალურად ჩატარებულ მე-6 საერთაშორისო კონფერენციაში „ნანოტექნოლოგია 2021“, მიძღვნილს სტუ-ის დაარსებიდან 100 წლის იუბილესა და ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორის, ალექსი გერასიმოვის ხსოვნისადმი. 4.10.2021 – 7.10.2021.

9. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო და ტექნიკური ინფორმაციის ინსტიტუტ ტექინფორმის, როგორც საქართველოში FAO AGRIS-ის ეროვნული ჰაბის, მიერ ჩატარებულ მეორე ონლაინ სემინარ/სწავლებაში „საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო მონაცემების ხილვადობისა და ხელმისაწვდომობის გაზრდა FAO AGRIS & AGROVOC საშუალებით“ 21.10.2021 **(სერთიფიკატი)**.



## ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი

### 2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება: *ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი*

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1. „ტოტალური თავდაცვის პირობებში შერჩეულ ოპერაციულ მიმართულებაზე არსებული საინჟინრო ვითარების შეფასება და ტერიტორიის საინჟინრო მოწყობის მეთოდოლოგიის შემუშავება“. სამხედრო მეცნიერება, სამხედრო - საინჟინრო მიმართულება.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2021 – 2024 წწ.

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ე. მეტმარაიშვილი - მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი, პროექტის ხელმძღვანელი;
2. თ. შუბლძე - მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი, პროექტის მენეჯერი;
3. მ. სანიკიძე - მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი;
4. გ. დანელია - უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი;
5. გ. გრატიაშვილი - უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი;
6. გ. სურმავა - მეცნიერ თანამშრომელი.

ასევე პროექტის დამუშავებაში ჩართულნი არიან: ა(ა) იპ საქართველოს სამხედრო სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის და საქართველოს თავდაცვის სამინისტროს წარმომადგენლები.

***კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)***

მოხდა პროექტის თემატიკასთან დაკავშირებული ლიტერატურის და სახელმძღვანელო დოკუმენტების მოძიება და სისტემატიზაცია, შეირჩა და თავდაცვის სამინისტროსთან შეთანხმდა საპილოტე საოპერაციო მიმართულება, მოხდა სავარაუდო მოწინააღმდეგის ძალების, საშუალებების და შესაძლებლობების (მ.შ. საინჟინრო) ზოგადი შეფასება.

განისაზღვრა „ოპერატიული გარემოს“, როგორც კვლევის ობიექტის შესწავლის მეთოდები:

- რისკების შეფასების მეთოდოლოგია;
- იერარქიის მეთოდიდან, შედარებითი მეთოდოლოგიის ანალიზი;
- ექსპერტული შეფასების მეთოდოლოგია.

აღნიშნული მეთოდების ანალიზმა, არსებული დროისათვის, ოპერატიული გარემოს შესწავლისათვის მეტწილად გამოკვეთა რისკების შეფასების მეთოდოლოგიის პრაქტიკული ღირებულება, რაც გვაძლევს იმის

სააშუალებას, რომ კვლევები გაგრძელდეს იქნას აღნიშნული მეთოდოლოგიების სინთეზისა და ანალიზის საფუძველზე.

შემუშავდა საოპერაციო მიმართულებაზე საინჟინრო მოწყობის მეთოდოლოგიის ალგორითმის ბლოკ-სქემა, რომელიც ითვალისწინებს ქვეყნის სამხედრო საფრთხეებს და შესაბამის ფაქტორებს, მასზე რეაგირებისას სახელმწიფო და კერძო სექტორში არსებულ რესურსების გამოყენებას, ფაქტორების შესწავლის ციკლურ პროცესს, საკითხების ვიზუალიზაციას GIS პროგრამაში, სამეცნიერო აპარატის გამოყენებით საკითხების შეფასებასა და შესაბამის ანალიზს. მიმდინარე ეტაპზე დამუშავებულია ფიზიკური გარემოს სტატუსის განსაზღვრა, საჭირო სტატუსთან დეფიციტის განსაზღვრა, სტატუსის ასამაღლებელი ღონისძიებების განსაზღვრა და ამ ღონისძიებების გეგმის შემუშავება.

ასევე შემუშავდა ოპერატიული ცვლადების სტატუსის შეფასების კრიტერიუმები.

ფიზიკური და ტოპოგრაფიული რუკების, GIS მონაცემების და ღია წყაროების გამოყენებით შესწავლილ იქნა საოპერაციო მიმართულება და მომზადდა გრაფიკული დოკუმენტები:

- თვალთვალის ზონები: 1-ლი, მე-2 და მე-3, 1-ლი და მე-2 გვერდითი, ასევე ყველა პოზიციიდან;
- პირდაპირი ცეცხლის ზონები: 1-ლი, მე-2 და მე-3, 1-ლი და მე-2 გვერდითი პოზიციიდან;
- წინაღობები: რელიეფის დახრილობის მიხედვით, დასახლებული პუნქტების მიხედვით, მცენარეული საფარის მიხედვით და წყლის წინაღობები;
- გაერთიანებული კომბინირებული წინაღობების ოვერლეი.

ჩატარდა საველე სამუშაოების პირველი ეტაპი, რომელიც ითვალისწინებდა გადაადგილების მარშრუტების და თავმოყრის რაიონების შეფასებას. მოხდა მოპოვებული ინფორმაციის სისტემატიზაცია და GIS ფორმატში ასახვა.

თავდაცვის სამინისტროში ჩატარდა აღნიშნული პროექტის 2020-2021 წელს გაწეული სამუშაოების შედეგების შეჯამება, რომელსაც ესწრებოდნენ თავდაცვის მინისტრის მოადგილე გრიგოლ გიორგაძე და თავდაცვის ძალების მეთაურის მოადგილე გენერალ-მაიორი ზაზა ჩხაიძე.

წარმოდგენილი მასალების გარკვეული ნაწილი კონფიდენციალურია და ინახება სპეციალურ განყოფილებაში (დანართი #24 – 3 ფურცელზე).

## 2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

### 2.1.

1. „ტოტალური თავდაცვის პირობებში შერჩეულ ოპერაციულ მიმართულებაზე არსებული საინჟინრო ვითარების შეფასება და ტერიტორიის საინჟინრო მოწყობის მეთოდოლოგიის შემუშავება“. სამხედრო მეცნიერება, სამხედრო - საინჟინრო მიმართულება.

### 2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021 – 2024 წწ.

### 3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ე. მექმარაიშვილი - მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი, პროექტის ხელმძღვანელი;
2. თ. შუბლძე - მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი, პროექტის მენეჯერი;
3. მ. სანიკიძე - მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი;
4. გ. დანელია - უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი;
5. გ. გრატიაშვილი - უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი;
6. გ. სურმავა - მეცნიერ თანამშრომელი.

ასევე პროექტის დამუშავებაში ჩართულნი არიან: ა(ა) იპ საქართველოს სამხედრო სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის და საქართველოს თავდაცვის სამინისტროს წარმომადგენლები.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

მოხდა პროექტის თემატიკასთან დაკავშირებული ლიტერატურის და სახელმძღვანელო დოკუმენტების მოძიება და სისტემატიზაცია, შეირჩა და თავდაცვის სამინისტროსთან შეთანხმდა საპილოტე საოპერაციო მიმართულება, მოხდა სავარაუდო მოწინააღმდეგის ძალების, საშუალებების და შესაძლებლობების (მ.შ. საინჟინრო) ზოგადი შეფასება.

განისაზღვრა „ოპერატიული გარემოს“, როგორც კვლევის ობიექტის შესწავლის მეთოდები:

- რისკების შეფასების მეთოდოლოგია;
- იერარქიის მეთოდიდან, შედარებითი მეთოდოლოგიის ანალიზი;
- ექსპერტული შეფასების მეთოდოლოგია.

აღნიშნული მეთოდების ანალიზმა, არსებული დროისათვის, ოპერატიული გარემოს შესწავლისათვის მეტწილად გამოკვეთა რისკების შეფასების მეთოდოლოგიის პრაქტიკული ღირებულება, რაც გვამძღვეს იმის სააშუალებას, რომ კვლევები გაგრძელებულ იქნას აღნიშნული მეთოდოლოგიების სინთეზისა და ანალიზის საფუძველზე.

შემუშავდა საოპერაციო მიმართულებაზე საინჟინრო მოწყობის მეთოდოლოგიის ალგორითმის ბლოკ-სქემა, რომელიც ითვალისწინებს ქვეყნის სამხედრო საფრთხეებს და შესაბამის ფაქტორებს, მასზე რეაგირებისას სახელმწიფო და კერძო სექტორში არსებულ რესურსების გამოყენებას, ფაქტორების შესწავლის ციკლურ პროცესს, საკითხების ვიზუალიზაციას GIS პროგრამაში, სამეცნიერო აპარატის გამოყენებით საკითხების შეფასებასა და შესაბამის ანალიზს. მიმდინარე ეტაპზე დამუშავებულია ფიზიკური გარემოს სტატუსის განსაზღვრა, საჭირო სტატუსთან დეფიციტის განსაზღვრა, სტატუსის ასამაღლებელი ღონისძიებების განსაზღვრა და ამ ღონისძიებების გეგმის შემუშავება.

ასევე შემუშავდა ოპერატიული ცვლადების სტატუსის შეფასების კრიტერიუმები.

ფიზიკური და ტოპოგრაფიული რუკების, GIS მონაცემების და ღია წყაროების გამოყენებით შესწავლილ იქნა საოპერაციო მიმართულება და მომზადდა გრაფიკული დოკუმენტები:

- თვალთვალის ზონები: 1-ლი, მე-2 და მე-3, 1-ლი და მე-2 გვერდითი, ასევე ყველა პოზიციიდან;
- პირდაპირი ცეცხლის ზონები: 1-ლი, მე-2 და მე-3, 1-ლი და მე-2 გვერდითი პოზიციიდან;
- წინაღობები: რელიეფის დახრილობის მიხედვით, დასახლებული პუნქტების მიხედვით, მცენარეული საფარის მიხედვით და წყლის წინაღობები;
- გაერთიანებული კომბინირებული წინააღობების ოვერლეი.

ჩატარდა სავლელ სამუშაოების პირველი ეტაპი, რომელიც ითვალისწინებდა გადაადგილების მარშრუტების და თავმოყრის რაიონების შეფასებას. მოხდა მოპოვებული ინფორმაციის სისტემატიზაცია და GIS ფორმატში ასახვა.

თავდაცვის სამინისტროში ჩატარდა აღნიშნული პროექტის 2020-2021 წელს გაწეული სამუშაოების შედეგების შეჯამება, რომელსაც ესწრებოდნენ თავდაცვის მინისტრის მოადგილე გრიგოლ გიორგაძე და თავდაცვის ძალების მეთაურის მოადგილე გენერალ-მაიორი ზაზა ჩხაიძე.

წარმოდგენილი მასალების გარკვეული ნაწილი კონფიდენციალურია და ინახება სპეციალურ განყოფილებაში (დანართი #24 – 3 ფურცელზე).

## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით 1.

2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

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

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

3.1.

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

3.2.

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

## **6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში**

### **6.1. მონოგრაფიები/წიგნები**

1) ავტორი/ავტორები

1. ლ. ავალიშვილი, რ. ომანაძე;
2. ე. მემმარიაშვილი;
3. ე. მემმარიაშვილი;
4. ნ. წიგნაძე;
5. ე. მემმარიაშვილი;

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტი; ის, რაც უნდა აღინიშნოს;
2. პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტი; დოკუმენტური მასალა;
3. ევროპული კომპანიების მცდელობა საქართველოსთვის ნაადრევი აღმოჩნდა. ქართველები, კოსმოსური ტექნიკის დარგში, კვლავ საერთაშორისო არენაზე არიან;
4. კოსმოსური სამეცნიერო და ტექნოლოგიური დარგის დამკვიდრება საქართველოში;
5. ტრანსფორმირებადი ნაგებობების პროექტირება და პრაქტიკაში გავრცელების არეალი.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2021.
2. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2021.
3. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2021.
4. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2021.
5. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2021.

4) გვერდების რაოდენობა

1. 85 გვ.
2. 201 გვ.
3. 141 გვ.
4. 105 გვ.
5. 43 გვ.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. წიგნი ეძღვნება პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტის შექმნას და მის წარმატებულ გამოცდას ორბიტაზე.

წიგნში, ფაქტების, ოფიციალური მასალების, ფოტოკადრების, დოკუმენტების მითითებით და წარმოდგენით, განხილულია საქართველოში კოსმოსური და მიწისზედა ტრანსფორმირებადი ნაგებობების და სამხედრო-საინჟინრო სამეცნიერო, ტექნიკური და ტექნოლოგიური დარგების განვითარების და მიღწევების საერთაშორისო აღიარება.

2. წიგნში ასახულია პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტის შექმნის სრული პროცესი, დაწყებული მისი კონსტრუირების პრინციპებიდან და დამთავრებული კოსმოსურ ორბიტაზე ჩატარებული წარმატებული ექსპერიმენტით, რომლის შემდეგ ობიექტი გადავიდა დამოუკიდებელ ორბიტაზე. წიგნში წარმოდგენილი მასალა შედგენილია ოფიციალური საარქივო დოკუმენტების მიხედვით

3. წიგნში მოხსენიებული სამუშაოები, ოფიციალური მასალები და დოკუმენტები გრიფით „სრულიად საიდუმლო“ და „საიდუმლო“, მოცემულ ეტაპზე განსაიდუმლოებულია.

წიგნი შედგენილია ოფიციალური დოკუმენტების, ელგუჯა მეძმარიაშვილის ჩანაწერების, მოგონებების და მის მიერ შერჩეული მასალების მიხედვით.

4. გასული საუკუნის შუა პერიოდიდან მოყოლებული დღემდე მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნები დიდძალ ფინანსურ და ინტელექტუალურ რესურს ხარჯავენ კოსმოსის ათვისების მიზნით. ახალი ტექნოლოგიების უდიდესი ნაწილი სწორედ ამ საქმისკენ არის მიმართული. დღითიდღე უმჯობესდება კოსმოსისადმი კაცობრიობის შემეცნების დონე და დიდი დრო აღარ გვაშორებს იმ დღეს, როდესაც ყველა მსურველს საშუალება მიეცემა ტურისტულ მოგზაურობაში გაემგზავროს არა დედამიწის რომელიმე კონტინენტზე, არამედ კოსმოსში და დატკბეს ჩვენი სამყაროს უკიდევანო სილამაზით.

ტექნოლოგიების განვითარების ამ მართონში, შეიძლება ვინმესთვის გასაკვირიც კი იყოს, მაგრამ მსოფლიოს მოწინავე, განვითარებულ, სახელმწიფოებთან ერთად ჩართულია საქართველოც. გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან მოყოლებული არაერთი წარმატებული კოსმოსური პროექტი განხორციელდა ქართველი მეცნიერების ავტორობით და მონაწილეობით.

ქართული ინტელექტის და საინჟინრო სკოლის უდიდეს მიღწევად უნდა ჩაითვალოს 1999 წელს, ღია კოსმოსურ სივრცეში, ქართული რეფლექტორის წარმატებული ექსპერიმენტი, რომელმაც საფუძველი დაუდო მსოფლიოში დიდგაბარტიანი კოსმოსური კონსტრუქციების შექმნას. ქართული რეფლექტორი აღიარებულია როგორც ევროპული კონსტრუქცია, ხოლო ქართველი მეცნიერების შრომა კი შეფასებულია, როგორც უდიდესი წვლილი მსოფლიო კოსმონავტიკის განვითარების საქმეში.

ბევრი გამოჩენილი მეცნიერი და საზოგადო მოღვაწე ყავდა და ყავს საქართველოს, რომელთა საქმიანობით ჩვენს ქვეყანას მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვს მსოფლიო ცივილიზაციის განვითარებაში. სწორედ მათ რიცხვს მიეკუთვნება ჩვენი თანამედროვეობის უდიდესი მეცნიერი, პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტის გენერალური კონსტრუქტორი, საქართველოში კოსმოსური სამეცნიერო და ტექნოლოგიური დარგის დამფუძნებელი, საქართველოს ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი, ელგუჯა მეძმარიაშვილი. მისი სამეცნიერო მოღვაწეობის უდიდესი ნაწილი დაკავშირებულია საქართველოში კოსმოსური ტექნოლოგიების შექმნასა და განვითარებასთან. სწორედ ამიტომ წინამდებარე ნაშრომში გვერდს ვერ ავუვლიდი მისი ცხოვრებიდან იმ ისტორიულ ფაქტებს, რომლებიც უშუალოდ დაკავშირებულია საქართველოში კოსმოსური სამეცნიერო და ტექნოლოგიური დარგის დამკვიდრებასა და განვითარებასთან. ჩემთვის, როგორც რიგითი ქართველისთვის, საამაყოა, რომ ბატ. ელგუჯას მონოგრაფია, „ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციები დედამიწაზე და კოსმოსში“, ამ დარგში მოღვაწე ბევრი უცხოელი მეცნიერების სამაგიდო წიგნია. ევროპულ კოსმოსურ სააგენტოში საქმიან შეხვედრებზე, კამათის დროს, ხშირად მომისმენია ბატონ მეძმარიაშვილს თავის წიგნში ეს საკითხი ამა და ამ გვერდზე აქვს განხილული.

წინამდებარე ნაშრომი შედგენილია ბატონ ელგუჯას მიერ მოწოდებული და ინსტიტუტის არქივში არსებული დოკუმენტური მასალების მიხედვით და ვფიქრობ საინტერესო იქნება არა მარტო დარგის სპეციალისტებისათვის, არამედ ნებისმიერი მკითხველისთვისაც, რადგან მასში გადმოცემულია მნიშვნელოვანი მომენტები საქართველოს არც თუ ისე შორი ისტორიული წარსულიდან და მიუხედავად

დოკუმენტური მასალების სიმრავლისა მაინც მხატვრულად იკითხება საქართველოში ერთი დარგის და ერთი სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის განვითარების ისტორია.

5. სამშენებლო კონსტრუქციების და ნაგებობების ერთ-ერთი უმთავრესი სამეცნიერო მიმართულებაა მათი ფორმათწარმოქმნის თეორიის კვლევა.

ფორმათწარმოქმნის თეორია მოიცავს კონსტრუქციებისა და ნაგებობების ფორმის შექმნისა და ფორმათწარმოქმნის პროცესების განსაზღვრას, რაც ეფუძნება ცნებების, კატეგორიების, კანონებისა და პრინციპების სისტემურ განხილვას.

სამშენებლო კონსტრუქციებისა და ნაგებობების ფორმის ლოგიკა მოიცავს ფორმალიზებულ და არაფორმალიზებულ ელემენტთა სიმრავლეს, რაც განსაზღვრავს ფორმათწარმოქმნის კვლევის სამეცნიერო და შემოქმედებით პროცესებს. ამასთან, ფორმათწარმოქმნის პროცესი და ზოგადად მისი თეორია ნაკლებად არის სისტემურად შესწავლილი, ამ მხრივ ისეთ აქტუალურ დარგში, როგორც არის ტრანსფორმირებადი – გასაშლელი კონსტრუქციები და ნაგებობები.

განსხვავებული ტიპის, ახალი, დიდგაბარიტიანი, სხვადასხვა ფუნქციური დანიშნულების მქონე, გასაშლელი ნაგებობების შექმნის პრობლემის დასმა და მისი გადაწყვეტა კომპლექსური ამოცანაა.

მიუხედავად დასმული პრობლემის მრავალმხრივობისა, ერთი შეხედვით ქაოსურ კონკრეტულ ამოცანებს შორის, მაინც იკვეთება უმთავრესი მიმართულება მისი გადაწყვეტისა: ეს არის ნაგებობების საერთო სტრუქტურისა და ფორმის შერჩევა მრავალ შესაძლო გადაწყვეტათა შორის.

ნაგებობის შექმნისათვის, სტრუქტურისა და ფორმის წინასწარ შერჩევა, რაც პირველ რიგში უნდა შეესაბამებოდეს მის ფუნქციურ დანიშნულებას, უნდა პასუხობდეს მრავალ ამოცანას. ეს და მრავალი სხვა საინტერესო საკითხები დაწვრილებით არის წარმოდგენილი ნაშრომში.

## 6.2. სახელმძღვანელოები

### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 6.3. კრებულები

### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.



3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. O. Sushko, E. Medzmariashvili, S. Tserodze, L. Filipenko, G. Medzmariashvili, M. nikoladze, D. Vasilenko, O. Spylka, S. Khoroshylov, S. Martyniuk, V. Vasiliev.
2. S. Tserodze, E. Medzmariashvili, C. G. M. van't Klooster, K. Ckhikvadze, M. Muchaidze, M. Nikoladze, A. Chapodze, I. Sigua, M. Sanikidze.
3. O. Sushko, E. Medzmariashvili, S. Tserodze, D. Vasilenko, O. Spylka, S. Khoroshylov, S. Martyniuk, V. Vasiliev.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. Modified design of the deployable mesh reflector antenna for mini satellites  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12567-020-00346-0>
2. New design modifications of the supporting ring for a large deployable space reflector  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12567-020-00332-6>
3. Design and Analysis of Light-Weight Deployable Mesh Reflector Antenna for Small Multibeam SAR Satellite  
ISBN:978-3-8007-5457-1.  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9472579>

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. CEAS Space Journal: Original Paper. 13.01.2021pp 533-542.
2. CEAS Space Journal: Original Paper. 13, 27.08.2021  
pp 175-182.
3. EUSAR 2021; 13th European Conference on Synthetic Aperture Radar; 29 March-1 April 2021

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. CEAS Space Journal of European Aerospace Societies.
2. CEAS Space Journal of European Aerospace Societies.
3. IEEE Xplore: 02 July 2021, Online.

5) გვერდების რაოდენობა

1. 9 გვ.
2. 9 გვ.
3. 10 გვ.

### **ვრცელი ანოტაციები (ქართულ ენაზე)**

1. წარმოდგენილი ნაშრომი ეძღვნება მსუბუქი, გასაშლელი, ლითონის ნაქსოვბადიანი რეფლექტორული ანტენის შემუშავებას მინი თანამგზავრებისთვის, სინთეზურაპერტურიანი რადარებით (SAR) - სასარგებლო დატვირთვით. მრავალსხივიანი რეფლექტორული ანტენის ელექტრომაგნიტური და მექანიკური თვისებების ანალიზი შესრულებულია კოსმოსური ორდიაპაზონიანი (X- და S - დიაპაზონები) სინთეზური დიაფრაგმის რადარის (SAR) სისტემისათვის, რომელიც ეფუძნება ციფრული სხივის ფორმირებას (DBF). რეფლექტორული ანტენა არის ოფსეტური ტიპის, დიამეტრით 3,35 მ., ხოლო წონით 7,8 კგ. DBF-SAR სისტემა განკუთვნილია მინი თანამგზავრებისთვის, რომელთა საერთო მასა < 150 კგ.

2. მიუხედავად იმისა, რომ თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები დიდი გასაშლელი რეფლექტორული ანტენების დიზაინის შემუშავების მიმართულებით საკმაოდ დიდი ხანია მიმდინარეობს, კვლევის ამ სფეროში მიღებული შედეგები კვლავ ინარჩუნებს აქტიურ ინტერესს და აქვს გამოყენების კარგი პერსპექტივები. წინამდებარე ნაშრომში აღწერილია ორი ახალი დიზაინის მოდიფიკაცია სიმეტრიული (ანუ წრიული აპერტურებით) რადიოტელესკოპებისათვის. სიახლე მდგომარეობს იმაში, რომ საბოლოო კონსტრუქციის გაუმჯობესებული სიხისტე და მდგრადობა მიღწეულია ორი კონუსური პანტოგრაფული სისტემის კომბინაციით, რის შედეგადაც მიიღება ერთიანი სახსრულ-დეროვანი სტრუქტურა, რომელიც შედგება მხოლოდ ცილინდრული და მოსრიალე სახსრებისაგან. NASTRAN FEA - ში, ერთმანეთთან შედარების მიზნით, აგებულია საყრდენი რგოლის სამი განსხვავებული მათემატიკური მოდელი. სახსრების თავისუფლების ხარისხი მოდელირებულია ლოკალურ კოორდინატულ სისტემებში. გაკეთდა სტატიკური, მოდალური და მდგრადობის ანალიზები, რათა დადგენილი ყოფილიყო კონსტრუქციების სიმტკიცისა და სიხისტის რეალური მახასიათებლები.

3. ნაშრომში წარმოდგენილია მსუბუქი, გასაშლელი, ლითონის ნაქსოვბადიანი რეფლექტორული ანტენის შემუშავების კონკრეტული მაგალითი, რომელიც განკუთვნილია სინთეზურაპერტურიანი რადარებიანი მინი თანამგზავრებისათვის, (SAR). რეფლექტორი არის ძალიან მსუბუქი - 8 კგ-ზე ნაკლები; მისი დიამეტრი კი შეადგენს 3,35 მეტრს. SAR სისტემა მუშაობს X-დიაპაზონში და ეფუძნება ციფრული სხივის ფორმირების მეთოდს (DBF). სატელიტურ პლატფორმაზე დასამონტაჟებელი გასაშლელი რეფლექტორული ანტენის შემოთავაზებული ორიგინალური დიზაინისათვის ჩატარებულია როგორც ელექტრომაგნიტური, ასევე მექანიკური/სტრუქტურული ანალიზი. წარმოდგენილი ანალიზის შედეგები ნათლად მიუთითებს, სასარგებლო დატვირთვის სახით შემოთავაზებული ლითონის ნაქსოვბადიანი რეფლექტორული ანტენის გამოყენების მიზანშეწონილობაზე, მინი თანამგზავრებისათვის SAR.

### **6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით**

#### **1) ავტორი/ავტორები**

- 1.
- 2.

#### **2) სტატიის სათაური, ISSN**

- 1.
- 2.

#### **3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი**

- 1.
- 2.

#### **4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა**

- 1.

2.

5) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7.3. კრებულები

1) ავტორები

1.

2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

8. 2. უცხოეთში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

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

ამერიკულმა კომპანიამ EOS DATA ANALITIC - მა 2020 - ში საქართველოში დააფუძნა შპს „ტრანსფორმირებადი ნაგებობები. საქართველო ტ.ნ. საქართველო“, რომელიც მათივე დაფინანსებით და დაკვეთით ამუშავებს კოსმოსური, დიდგაბარიტიანი გასაშლელი რეფლექტორის კონსტრუქციას. კონსტრუქცია განკუთვნილია მცირე ზომის რადიოტექნიკური კომპლექსებისათვის და წარმოადგენს თანამგზავრის სასარგებლო დატვირთვის - რადარის, ერთ-ერთ მთავარ და განუყოფელ კომპონენტს.

„ტრანსფორმირებადი ნაგებობები. საქართველო ტ.ნ. საქართველო“, ტექნიკურ უნივერსიტეტთან დადებული 5 წლიანი ხელშეკრულების საფუძველზე არენდით ფლობს „ანალიზხელსაწყოს“ გარკვეული ნაწილის - სასტენდო დარბაზისა და საოფისე ფართობებს, სადაც განუწყვეტლივ მიმდინარეობს გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორის აწყობისა და გამოცდის სამუშაოები.

## სენსორული ელექტრონიკისა და მასალათმცოდნეობის სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ცენტრი

### 2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება: **საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სენსორული ელექტრონიკისა და მასალათმცოდნეობის სამეცნიერო - ტექნოლოგიური ცენტრი**

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

*1. DADI-ს ტიპის მასალებისა და მათზე მაღალტემპერატურული ჟანგვის შედეგად ფორმირებული დამცავი ოქსიდების მიკროსტრუქტურის თავისებურებათა კვლევა, (მასალათმცოდნეობა);*

*2. ოქროთი დოპირებული მარალტემპერატურული ზეგამტარი ნიმუშების მიღება და კვლევა (მასალათმცოდნეობა);*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2020-2023წწ.

2. 2020-2023წწ.

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ოლა წურწუმია (ავტორი, მთავარი შემსრულებელი), ეკატერინე სანაია (თანამონაწილე), ნანა გამყრელიძე (თანამონაწილე), გიორგი კობახიძე (პროექტის ხელმძღვანელი)

2. ეკატერინე სანაია (ავტორი, მთავარი შემსრულებელი), ოლა წურწუმია (თანამონაწილე), ნანა გამყრელიძე (თანამონაწილე), გიორგი კობახიძე (პროექტის ხელმძღვანელი)

**კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

## 2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. DADI-ს ტიპის მასალებისა და მათზე მაღალტემპერატურული ჟანგვის შედეგად ფორმირებული დამცავი ოქსიდების მიკროსტრუქტურის თავისებურებათა კვლევა, მასალათმცოდნეობა

2. ოქროთი დოპირებული მარალტემპერატურული ზეგამტარი ნიმუშების მიღება და კვლევა (მასალათმცოდნეობა);

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2020-2023 წწ.

2. 2020-2023 წწ.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ოლღა წურწუმია (ავტორი, მთავარი შემსრულებელი), ეკატერინე სანაია (თანამონაწილე), ნანა გამყრელიძე (თანამონაწილე), გიორგი კობახიძე (პროექტის ხელმძღვანელი)

2. ეკატერინე სანაია (ავტორი, მთავარი შემსრულებელი), ოლღა წურწუმია (თანამონაწილე), ნანა გამყრელიძე (თანამონაწილე), გიორგი კობახიძე (პროექტის ხელმძღვანელი)

1. შედარებულია DADI-ს ტიპის სხვადასხვა თუჯის ნიმუშების მაღალტემპერატურული თვისებები დაუფარავ და ალუმინიზირებული ზედაპირის მქონე მდგომარეობაში ხანმოკლე და ხანგრძლივი ჟანგვის პირობებში. სურ.1 და 2-ზე მოყვანილია დაუფარავი DADI-ს ნიმუშები როგორც ამოსავალი წერტილი საიდანაც ნათლად ჩანს რომ მაღალ ტემპერატურებზე განვითარებული ჟანგის სისქე 90 მიკრონამდეა ჩვეულებრივი DADI -სთვის მაშინ როდესაც აუსტემპერირებული (შემდეგი დამუშავებით: 900 გრადუს ცელზიუსზე 20 წთ თერმული დამუშავებითა და ქვენჩნით წყალში + 380 გრადუსზე 2 საათის განმავლობაში გვენჩნით წყალში და 270 გრადუსზე გაყოვნებით 3 სთ ნატურალური გაგრილებით ოთახის ტემპერატურამდე) წარმოქმნილი ჟანგის სისქე 70 მიკრონია დაახლოებით. ჩვეულებრივი და აუსტემპერირებული DADI-ს ნიმუშებს ჩაუტარდათ ზედაპირილი ფენის დანაფარით ალუმინიზირება. შედეგები მოცემულია სურათებზე 3-8. ყველა ნიმუშს მაღალტემპერატურული ჟანგვის შემდგომ უტარდებოდათ მასკანირებელი ელექტრონული მიკროსკოპით კვლევა მათი განივჭრილების მიღების შემდგომ მეტალოგრაფიული მეთოდით. ეს საშუალებას გვაძლევდა, რომ შეგვესწავლა მასალის სიღრმეში სტრუქტურული თავისებურებანი და ასევე ელემენტური ანალიზი განგვეხორციელებინა. ეს ასახულია წერტილოვანი სპექტრების მიღებით, რომლებიც შესაბამისად არის გადანომრილი და შედეგები მოყვანილია ცხრილებში. ასევე უფრო მეტი თვალნათლივობისათვის ფერადი მონიშვნებიც გაკეთდა ამ კონკრეტული ანგარიშისათვის და უკეთესი აღქმადობისთვის. ყველა ნიმუშის შემთხვევაში შეგვიძლია თამამად ვთქვათ, რომ მაღალტემპერატურული პროტექტურული ჟანგის ფენა შედგება რკინა-ალუმინის შპინელისაგან, რომელსაც წინ უძღვოდა დანაფარების შემდგომი გამოწვის შედეგად ინტერმეტალური კომპაუნდის მიღება ნიმუშების ზედაპირებზე. ხანმოკლე ჟანგვის ექსპერიმენტები ტარდებოდა 650°C/100სთ-ის განმავლობაში ხოლო ხანგრძლივი კი 3000 საათის განმავლობაში. ასევე დამატებითად, ხანგრძლივი ჟანგვა ჩაუტარდათ ნიმუშებს 750°C-ზეც. ყველა მიღებული შედეგები

შედარდა ერთმანეთს, თუმცა მიღებული ექსპერიმენტული შედეგების დიდი რაოდენობის გამო ყველა მათგანის გაანალიზება შეუძლებელია და წინამდებარე ანგარიშში მოყვანილია მხოლოდ ყველაზე მნიშვნელოვანი და მახასიათებელი შედეგები.

აღსანიშნავია, რომ ალუმინიზირების შედეგად DADI-ს სუბსტრატების მაღალტემპერატურული მაჩვენებლების გაუმჯობესება სახეზეა და მკაფიოდ გამოიხატება. სემ გამოსახუებებიდან გამომდინარე (სურ 3 და 4) მცირეხიანი ჟანგვის შედეგად ნიმუშებზე წარმოქმნილი ჟანგვის სისქეები დაუფარებელ ნიმუშებთან შედარებით არის სულ მცირე 5-7-ჯერ შემცირებული, ხოლო აუსტემპერირებული ნიმუშებისათვის ეს მაჩვენებელი კიდევ უფრო მეტადაა გაზრდილი. თუ ვიმსჯელებთ ზემოთ ჩამოყალიბებული თეორიის მიხედვით, ვასკვნიტ, რომ DADI-ს მასალის აუსტემპერირება დადებითად ახდენს ზეგავლენას მასალის მაღალტემპერატურულ თვისებებზე მისი ალუმინიზირებასთან კომბინაციისას.

მცირეხიანმა (100სთ) კვლევებმა და მიღებულმა დამამედეგებელმა წარმატებულმა შედეგებმა გვიბიძგეს ხანგრძლივი ექსპერიმენტების ჩატარებისკენ. მიღებული შედეგები ასახულია სურათებზე 5-8 და ცხრილებში 5-8.

როგორც მოსალოდნელი იყო, ასეთ აგრესიულ პირობებში ალუმინიზირებული DADI-ს ნიმუშების ზედაპირზე სქელი (500 მიკრონის სისქის) ფურჩის ფენა წარმოიქმნა 650 გრადუსზე (სურ 5), განსაკუთრებით კი 750 გრადუს ცელისუსზე, რომლის სისქე 3000 მიკრონი ანუ 3 მილიმეტრია (სურ. 7).

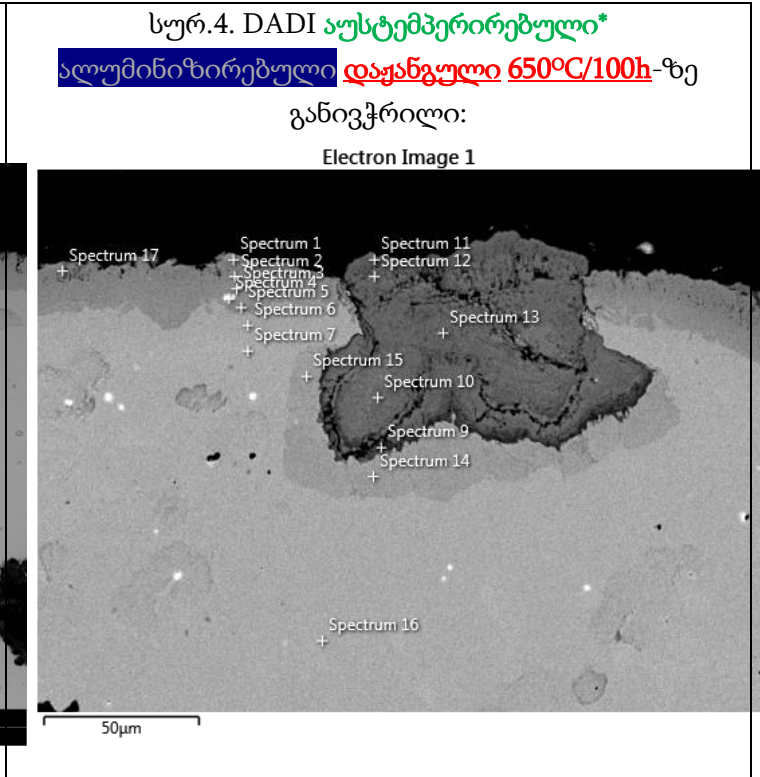
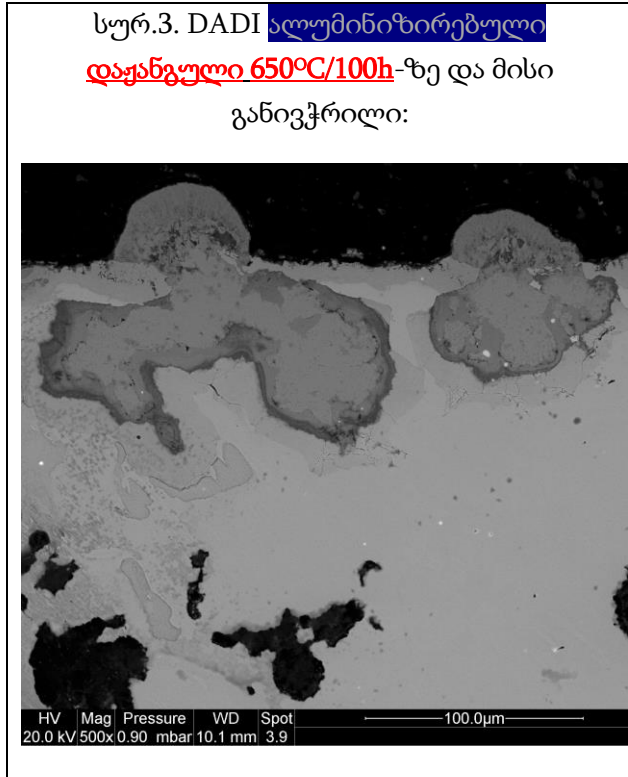
აუსტემპერირება, ამ ხანგრძლივ პერიოდისანი ჟანგვის შემთხვევაშიც დადებითად მუშაობს და 650გრადუსზე DADI-ზე წარმოქმნის 380 მიკრონის ჟანგის ფენას და ასეთ მაღალ ტემპერატურაზეც კი (750გრადუსი) ჟანგის ფენის სისქე არ აღემატება 350-400 მიკრომეტრს. ისევ და ისევ, ალუმინიზირება არის ძალიან ძლიერი მექანიზმი რკინის ფუძის მასალების და განსაკუთრებით კი DADI-ს ტიპის მასალებისათვის, მაღალტემპერატურული თვისებების გაუმჯობესების გზაზე, მაშინ როდესაც მასალის თერმული დამუშავება (აუსტემპერირება იმ ტექნოლოგიური თანმიმდევრობით რაც ზემოთაა მოხსენიებული) კიდევ უფრო ზრდის სუბსტრატის მაღალი ტემპერატურების მიმართ მედეგობას.

შემდგომი კვლევები იქნება მიმართული ისევ დადის სუბსტრატების კვლევებისადმი, სადაც სხვა მეთოდები გამოიყენება ალუმინიზირებული ზედაპირების მისაღებად.









\* 900 გრადუს ცელზიუსზე 20 წთ თერმული დამუშავებითა და ქვენზნით წყალში + 380 გრადუსზე 2 საათის განმავლობაში გვენზნით წყალში და 270 გრადუსზე გაყოვნებით 3 სთ ნატურალური გაგრილებით თთახის ტემპერატურამდე

ცხრილი 3. DADI ალუმინიზირებული დაჟანგული 650°C/100h-ზე და მისი განივჭრილი (გამუქებული ჟანგის ფენაა!)

Weight %					Interface Al/Inter Diffusion Zone	(IDZ)	1st point in substrate underneath IDZ	2nd point in substrate underneath IDZ	3rd point in substrate underneath IDZ	spot on top nodule (iron oxide like)
O K	45.75	3.20	3.05	2.86	2.81	2.85	3.75	3.34	3.15	26.55
AlK	19.22	43.84	29.93	30.40	30.06	23.20	5.82	2.95	2.09	0.54
SiK			1.16	0.90	0.86	1.06	2.49	2.22	1.76	0.93
MnK			0.54	0.60	0.54	0.49	0.43	0.56	0.56	0.25
FeK	35.03	52.97	65.32	65.24	65.74	72.40	87.51	90.92	92.44	71.73
Total	100.0 0	100.00	100.0 0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

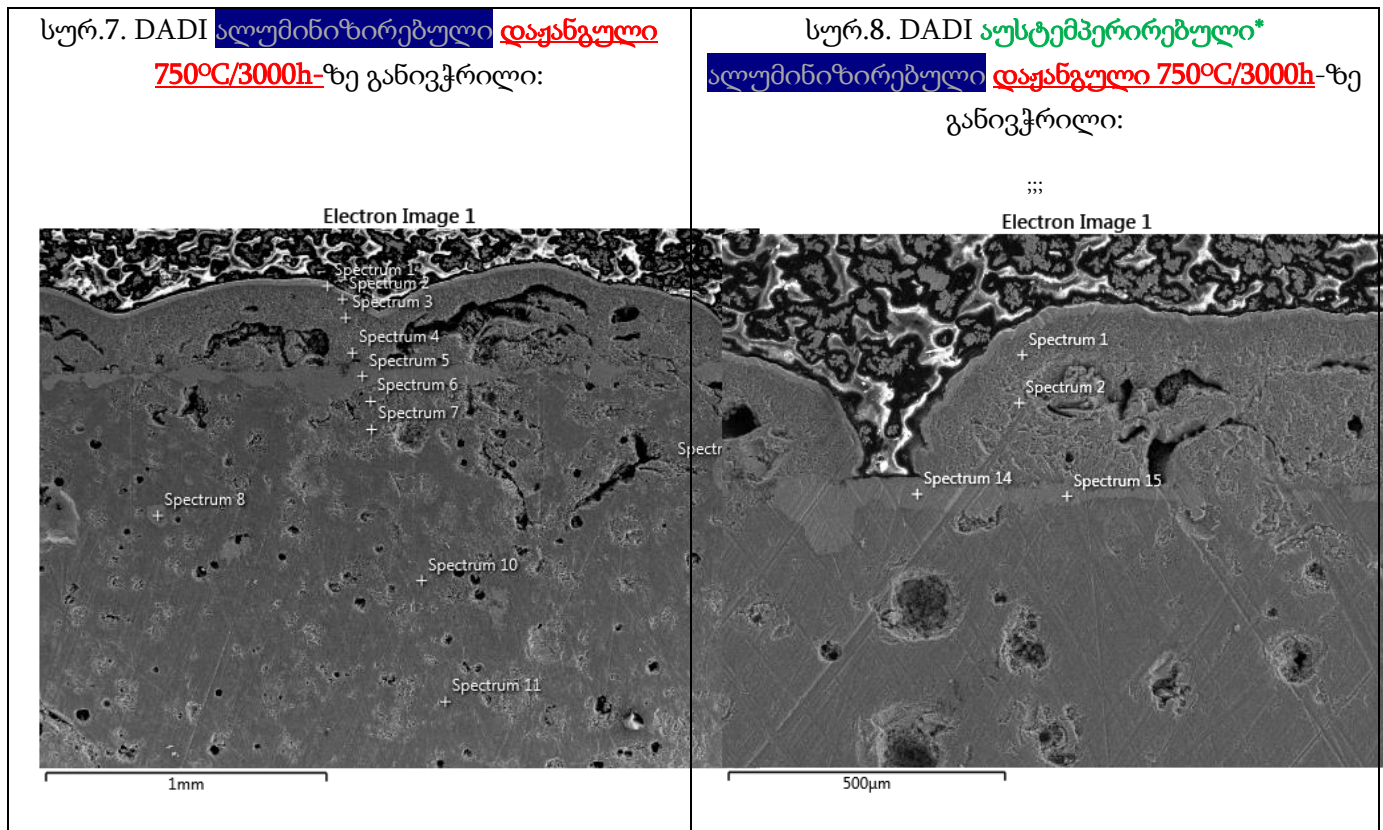
ცხრილი 4. DADI აუსტემპერირებული\* ალუმინიზირებული დაჟანგული 650°C/100h-ზე განივჭრილი:(გამუქებული ჟანგის ფენაა!)







Result	Wt %	ცხრილი 6. DADI აუსტემპერირებული* ალუმინიზირებული დაჟანგული 650°C/3000h-ზე განივჭრილი: (გამუქებული ჟანგის ფენა!)										
Sp Label	Sp 3	Spectrum 4	Spectrum 5	Spectrum 6	Spectrum 7	Spectrum 8	Spectrum 9	Spectrum 10	Spectrum 11	Spectrum 12	Spectrum 13	Spectrum 14
C	5.01		2.25	4.33	3.49		2.63	2.51	2.29	2.67	2.81	3.62
O		28.47	25.97	1.01	0.94	23.85	26.18	25.05	25.35	10.09	5.23	
Mg											1.14	
Al				16.76	6.54	0.79	3.15	0.97	0.87	1.58	0.94	1.17
Si				0.47	2.46		3.58	1.43	2.13	1.59	1.17	1.35
P							0.27			0.54	0.50	
Mn						0.31	0.62	0.43	0.43	0.68	0.33	0.41
Fe	0.44	71.53	71.78	77.43	86.58	75.05	63.57	69.61	68.94	82.85	87.89	93.45
Ni	94.55											
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



\* 900 გრადუს ცელზიუსზე 20 წთ თერმული დამუშავებითა და ქვენზნვით წყალში + 380 გრადუსზე 2 საათის განმავლობაში გვენზნვით წყალში და 270 გრადუსზე გაყოვნებით 3 სთ ნატურალური გავრილებით ოთახის ტემპერატურამდე

Result Type	Wt %	ცხრილი 7. DADI ალუმინიზირებული დაქანგული 750°C/3000h-ზე განიჭრილი: (ნაცრისფრად აღნიშნულია ჟანგის ფენა)								
SpLabel	Spectrum 2	Spectrum 3	Spectrum 4	Spectrum 5	Spectrum 6	Spectrum 7	Spectrum 8	Spectrum 9	Spectrum 10	Spectrum 11
C	3.16	2.32	2.67	4.57	3.50	2.75	4.34	6.09	8.77	2.17
O	31.31	24.46	29.49	2.06	25.12	22.98	2.30	1.92	2.04	23.26
Al				19.93	1.94	2.70	11.04	11.74	11.84	1.78
Si		0.19		0.86	2.23	2.07	1.91	1.58	1.74	2.05
Mn					0.60	0.64			0.83	
Fe	65.53	73.04	67.84	72.57	66.61	68.87	80.42	78.67	74.79	70.75
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

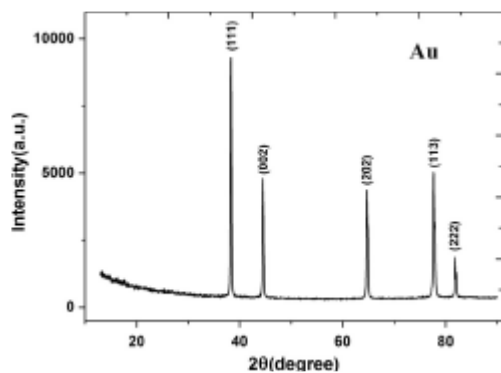
Result	Wt %	ცხრილი 8. DADI აუსტემპერირებული ალუმინიზირებული დაქანგული 750°C/3000h-ზე განიჭრილი: (ნაცრისფრად აღნიშნულია ჟანგის ფენა)				
Sp Label	Sp 1	Spectrum 2	Spectrum 3	Spectrum 4	Spectrum 14	Spectrum 15
C	9.02	3.81	14.66	13.81	6.60	6.63
O	29.12	33.32	24.84	25.03		1.84
Al			0.93	1.17	11.83	9.58
Si	0.34		0.85	1.55	1.00	1.44
Fe	61.52	62.87	53.30	55.20	80.57	80.51
Ni			1.77			
Cu			3.64	3.23		
Total	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

2. ნანო მასალები ხშირად ავლენენ უნიკალურ ფიზიკურ თვისებებს, რომლებიც არ ვლინდება, როდესაც ისინი დიდ მასშტაბებშია. მაღალი ტემპერატურის ზეგამტარებში (HTSCs) ნანონაწილაკებით დოპირება ქმნის დამატებითი ნაკადის დამაგრების ენერგიას და ამით ზრდის კრიტიკული დენის სიმკვრივეს. YBCO ( $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ ) მაღალტემპერატურული ზეგამტარი კერამიკა არის პირველი ზერგამტარი, რომელიც აღმოაჩინეს, რომელსაც აქვს  $T_c$  აზოტის ტემპერატურაზე მარალი, შესაბამისად მრავალი კვლევა არის მიძღვნილი მის ზეგამტარობის და ფიზიკური თვისებების შესასწავლად. ოქროთი დოპირების გავლენა ზეგამტარის გარდამავალ

ტემპერატურაზე (Tc) YBCO მასალაში შესწავლილი იქნა ჩვენს მიერ. ზეგამტარული მასალების გამოყენებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია მაღალი დენის სიმკვრივე, რასაც ვერ ვღებულობთ მათი ანიზოტროპული სტრუქტურის გამო. აღნიშნული პრობლემის გადაჭრა შესაძლოა მიღებული იქნეს დოპირების გზით. ბოლო წლებში, ნანოტექნოლოგიის განვითარებით, ზეგამტარების ნანო მასალებით დოპირებამ, როგორცაა ნანონაწილაკები და ნახშირბადის ნანომილები, ზეგამტარი მასალების გამოყენების ფართო არეალი გახსნა. ვლინდება, რომ მეტალური Ag ან Au მარცვლების თანაარსებობა  $YBa_2Cu_3O_7$  მარცვლებთან მაღალტემპერატურული მოწვის შემდეგ ზეგავლენას ახდენს ზეგამტარ თვისებებზე. ასევე ცნობილია, რომ Au ნანონაწილაკების დამატება პოლიკრისტალურ YBCO-ზე ზრდის კრიტიკულ ტემპერატურას (Tc).

ჩვენ, YBCO ზეგამტარი მასალა მივიღეთ ზოლ-გელის მეთოდით. 0.5 M ხსნარი მომზადებული იყო მეტალური ნიტრიდებიდან ( $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ ,  $Ba(NO_3)_2$ ,  $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ ), შემდეგ მჟავა იყო დამატებული როგორც შემაერთებელი აგენტი. ხსნარი იქნა შერეული და გამოვლინდა რომ pH გაიზარდა 7-მდე ეთილენდიამინის დამატებით ხსნარში. საბოლოოდ, ნაერთი იქნა გადაყვანილი მყარ მდგომარეობაში  $520^\circ C$ -ზე 2 საათის განმავლობაში გათბობით. მიღებული შავი ფხვნილი იქნა დაფქვული და გამოიწვა  $900^\circ C$  -ზე 22 საათის განმავლობაში. შემდეგ ეტაპზე დავამატეთ მადოპირებელი ელემენტი. ამისათვის, სხვადასხვა რაოდენობა (0.1 წნ%, 0.3 წნ%, 0.5 წნ%, 1 წნ% და 2 წნ%) ოქროს ნანო ნაწილაკი დამატებული იქნა გამომწვარ ფხვნილზე და მოხდა მისი მორევა 2 საათის განმავლობაში. შემდეგ მოხდა მისი დაპრესვა 10 მმ პრეს ფორმაში და სინთეზირებული  $930^\circ C$  -ზე 19 საათის განმავლობაში, შემდეგ გაცივებული  $630^\circ C$  -ზე. გავაჩერეთ 2 საათი და შემდგომ გავაცივეთ ოთახის ტემპერატურამდე.

შესწავლილი იქნა მიღებული ნიმუშების რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი Dron-3-ზე.



სურ1 Au-ით დოპირებული ნიმუშის XRD სურათი



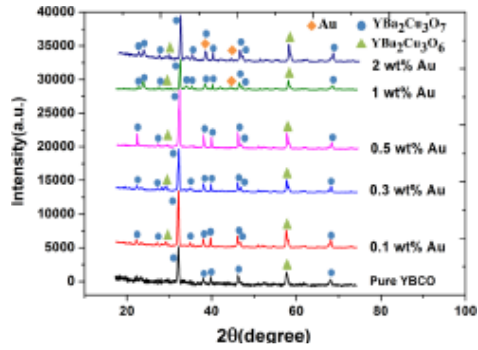


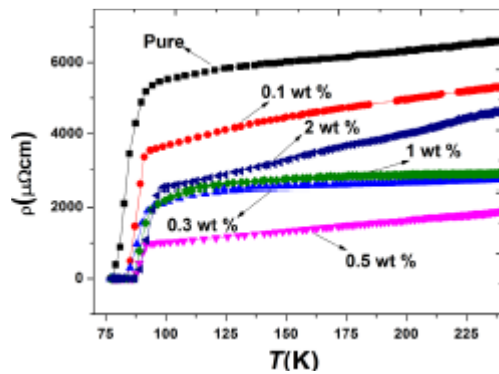
Fig. 2. არადოპირებული და დოპირებული ნიმუშების XRD სურათი

შესწავლილ იქნა არადოპირებული და დოპირებული ნიმუშების სამუალო მარცვლის ზომა ოპტიკურ ხელსაწყოზე Analysette-12 (Fritch)

ცხრილი

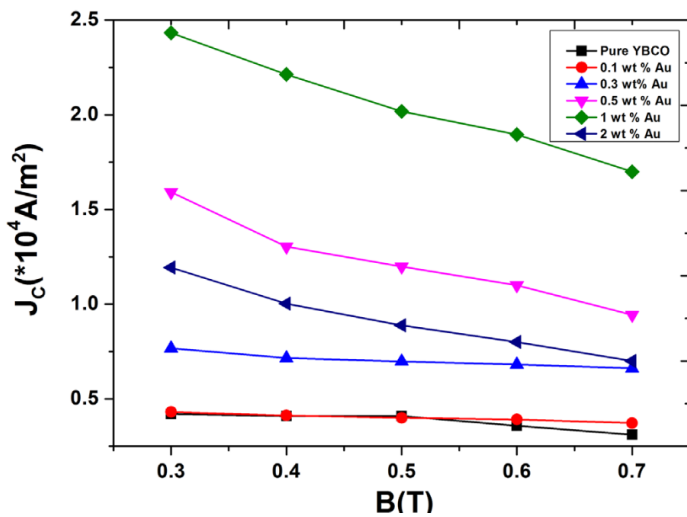
ნიმუში	არა დოპირებული	0.1 % Au-ით დოპ	0.3% Au-ით დოპ	0.5 % Au-ით დოპ	1 % Au-ით დოპ	2 % Au-ით დოპ
მარცვლის ზომა	76	61	60	59	54	47

შესწავლილ იქნა მიჭებული ნიმუშების წინაღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება.



არადოპირებული და დოპირებული ნიმუშების  $\rho$ -T დიაგრამა

ნიმუში	YBaCuO	Au 0.1 წნ% დოპ	Au 0.3წნ% დოპ	Au 0.5 წნ% დოპ	Au 1 წნ% დოპ	Au 2წნ% დოპ
T <sub>c</sub>	92	93	95	93	97	98
T(K)	6.5	4.5	5	4	5	5
$\rho_{200}$ ( $\mu\Omega$ cm)	6300	4967	2600	1626	2847	4000



სურ. კრიტიკული დენის სიმკვრივის მაგნიტურ ველზე დამოკიდებულება ყველა ნიმუშში 77 კელვინზე

გამოვლინდა, რომ არადოპირებულ და დოპირებულ ყველა ნიმუშს გააჩნია ორთორომბული ფაზა. წინააღმდეგობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების შესწავლამ აჩვენა, რომ ოქროთი დოპირება ზრდის კრიტიკული ტემპერატურის სიდიდეს. ასევე გამოვლინდა, რომ დოპირებული ნიმუშების წინააღმდეგობა არის ნაკლები ვიდრე არადოპირებულის, შესაბამისად ისინი ავლენენ უფრო მაღალ კრიტიკულ დენს, რაც მნიშვნელოვანია მათი გამოყენების კუთხით.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1.

2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

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

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

## 3.1.

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 3.2.

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

1.

2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 5. პატენტები:

### 5.1. საერთაშორისო პატენტები:

#### 1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

#### 2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

#### 3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

### 5.2. ეროვნული პატენტები

#### 1) საპატენტო თემატიკის სათაური

1. მულტიფუნქციური კრიოსტატი;
2. კრიოსტატი მაღალტემპერატურული ზეგამტარების (მტზ) კვლევებისათვის

#### 2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

1. ეკატერინე სანაია (თანაავტორი);
2. ეკატერინე სანაია (თანაავტორი);

#### 3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

1. საქპატენტის მიერ მიღებულია საგანაცხადო მასალები.  
მიღების თარიღი: 08/10/2021 საქმის ნომერი: 15753/1
2. საქპატენტის მიერ მიღებულია საგანაცხადო მასალები.  
მიღების თარიღი: 08/10/2021 საქმის ნომერი: 15612/1

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

6.3. კრებულები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

##### 1) ავტორი/ავტორები

1. E. Kutelia, K. Dossumov, D. Gventsadze, G. Yergazyeva, O. Tsurtsunia., et.al.

2. Giorgi Giorganashvili, \*, B. Bendeliani, G. Bokuchava, G. Dgebuadze, I. Metskhvarishvili, E. Sanaia....

##### 2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

1. Catalytic Activity of Nickel Oxide on the Various Synthetic and Natural Carriers in the Reaction Temperature Range 500÷850°C, DOI: [10.13140/RG.2.2.30805.96483](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30805.96483)

2. Measuring systems for investigating the physical properties of superconducting materials

DOI: <https://doi.org/10.48528/mgdm-qc95>

##### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Georgian Engineering News #2, 2021, pp. 56-62

2. 4th International Conference on Nanomaterials Science and Mechanical Engineering Book of Abstracts University of Aveiro, Portugal July 6-9, 2021 pp. 136

##### 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. Tbilisi, Georgia

2. University of Aveiro, Portugal

##### 5) გვერდების რაოდენობა

1. 8

2. 1

#### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

- წინამდებარე კვლევა ეძღვნება შედარებით კვლევას მონომეტალური ნიკელის ჟანგის კატალისტის კატალიტიკური აქტივობის სინთეზირებულს კაპილარული იმპრეგნაციით გრანულირებულ სინთეტურ ( $Al_2O_3$  და კომერციული ცეოლიტი იაპონიიდან, როგორც რეფერენსი მასალა) და სამ ახალ საცდელ ნატურალურ (კლონოპტოლოლიტი, ბენტონიტი და დიატომიტი, ყველა ქართული წარმომავლობის დეპოზიტებიდან) მატარებელს რეაქციის მეთანის ნაშირბადის დიოქსიდის კონვერსიის (CDCM) ტემპერატურის ( $500 \div 850^\circ C$ ) ფარგლებში. ნაჩვენებია, რომ ტოლი ოპტიმალური რაოდენობის (3 wt%) ნიკელის ოქსიდი სხვადასხვა მატარებელზე, მატარებელთა ბუნება, მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს კატალიტურ აქტივობაზე CDCM რეაქციაში. განსაკუთრებით კი რეაქციის მაღალ ტემპერატურებზე ( $>750^\circ C$ ) ნიკელის ჟანგი ალუმინის ჟანგის სინთეტურ მატარებლებზე უფრო მეტად აქტიურია ვიდრე ბუნებრივ მატარებლებზე, როდესაც  $500 \div 700^\circ C$  ტემპერატურის ინტერვალში საკვლევი კატალისტები დეპონირებული ბუნებრივ მატარებლებში არის უფრო აქტიური შედარებით კატალისტებთან სინთეტურ ალუმინის ჟანგზე და რეფერენს ცეოლიტის მატარებლებთან.  $700^\circ C$  რეაქციის ტემპერატურაზე ყველაზე მაღალი მეთანის კონვერსიის

სიჩქარე (68.4%) დაფიქსირებული იყო კატალისტიკისათვის 3wt%NiO სინთეზირებულს გრანულირებულ კლინოპტილოლიტზე.

2. მაღალი ტემპერატურის ზეგამტარების შესწავლისას განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა მოწყობილობებს და კვლევის მეთოდებს ზეგამტარებში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების გამოსაკვლევად. ცნობილი ზეგამტარების კვლევის მეთოდები: მაგნიტომექანიკური, ოპტიკური, Mossbauer, რადიო ტექნიკური და ა.შ., საჭიროა სათანადო სტაბილური დაბალტემპერატურული გარემოს შექმნის მოწყობილობა - კრიოსტატი. იგი წარმოადგენს გარემოსგან იზოლირებულ ჰერმეტიკ კამერას, სადაც შეიძლება იყოს დაბალი ტემპერატურა მიღწეული და შენარჩუნებული დიდი ხნის განმავლობაში.  
ეს ნაშრომი წარმოგიდგენთ ჩვენს ლაბორატორიაში შექმნილ კრიოსტატს სამუშაო ტემპერატურის დიაპაზონით 65-300K, რაც დაკავშირებულია მაღალი ტემპერატურის ფიზიკური პარამეტრების გამოკვლევასთან ზეგამტარ მასალებში.  
ამ მიზნების მისაღწევად შეიქმნა ძირითადი კრიოსტატი ოთხი შესაცვლელი მოდულით, რათა მოვახდინოთ შემდეგი თვისებების შესწავლა: ზეგამტარების ფიზიკური თვისებები; ზეგამტარები მაღალ კრიტიკულ ტემპერატურებში; ზეგამტარები ძლიერ მაგნიტურ ველებში; დაბალი ველის ელექტროდინამიკა ზეგამტარ მასალებში.  
მასალების ფიზიკური პარამეტრების შესასწავლად ძირითადად გამოიყენება სამი მეთოდი: ოთხი ზონდი ელექტრული წინაღობის და მაღალი კრიტიკული ტემპერატურის სიმკვრივის გაზომვის მეთოდი; წრფივი ac მგრძნობელობა  $\chi = \chi' + i\chi''$  და არაწრფივი მგრძნობელობა  $\chi_n$ . ეს კრიოსტატი შესაძლებელს ხდის გავზომოთ ეს პარამეტრი ტემპერატურის სხვადასხვა მნიშვნელობებზე, ac და dc მაგნიტურ ველებზე და ალტერნატიული ველის სიხშირეზე.

## 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) სტატიის სათაური, ISSN

- 1.
- 2.

### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

### 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.



5) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

7.2. სახელმძღვანელოები

1) ავტორი/ავტორები

1.

2.

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1.

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1.

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1.

2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 7.3. კრებულები

#### 1) ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 7.4. სტატიები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

- 1.
- 2.

#### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

#### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

#### 8.1. საქართველოში

##### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

8. 2. უცხოეთში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

- 1.
- 2.

2) მოხსენების სათაური

- 1.
- 2.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

- 1.
- 2.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

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

## ინსტიტუტი “ტალღა”

### 2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი „ტალღა“

#### 1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ადამიანის ჯანმრთელობაზე რადონის ზემოქმედებით განპირობებული რისკების შეფასება და მინიმიზება. (ფიზიკა, რადიაციული ეკოლოგია).

(გეგმა: ს/კ სამუშაოების დაგეგმა და ჩატარება ე. თბილისის „ვაკე-საბურთალოს“ ადმინისტრაციულ რაიონში მდებარე კერძო ბინებში. კვლევის შედეგად ცალკეულ ტესტ-ობიექტებზე დამზერილი რადონის კონცენტრაციის ცვლილებების დიაპაზონის განსაზღვრა.)

2. ძლიერად ანიზოტროპული ახალი მასალების –  $La_{1-x}Me_xMnO_3$  (სადაც  $Me = Ca, Pb, Sr$ ;  $x$  არის  $Me$ -ს დოპირების დონე), მაღალტექნოლოგიური შენაერთების ( $LaGa_{1-x}Mn_xO_3$ ,  $KCuF_3$ , ...) და სპინ-ტრიპლეტური შენაერთების ელექტრონული სპინური რელაქსაციის და დინამიკის შესწავლა ნულოვან და სუსტ მუდმივ მაგნიტურ ველებში. (ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები/საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები; რადიოფიზიკა, ფიზიკური ელექტრონიკა, აკუსტიკა).

(გეგმა: სპინ-ტრიპლეტური განრჩევადი ნაზი სტრუქტურის მქონე ძლიერად ანიზოტროპულ მოლეკულარულ კრისტალებში სპინური დინამიკის ზოგიერთი საკითხების თეორიული შესწავლა ნულოვან მუდმივი მაგნიტურ ველის პირობებში; ცვლადი მაგნიტური ველით, რომელიც პოლარიზებულია ერთ-ერთი ღერძის გასწვრივ ( $x, y, z$ ), გამოწვეული დამაგნიტების კომპონენტების იძულებითი რხევების განტოლებების მიღება, რომელთა დახმარებითაც მიიღება სპინ-ტრიპლეტური მდგომარეობების კომპლექსური დინამიკური ამოვსებლობის ტენზორი).

3. მზის ენერგიაზე მომუშავე კონვექციური გენერატორი. (სითბური მოვლენები, ელექტრობა და მაგნეტიზმი).

(გეგმა: ეკოლოგიურად სუფთა ელექტროენერჯის მიმღები დანადგარის მაკეტის შექმნა)

4. ჟანგბადის გენერატორი. (თერმოდინამიკა)

(გეგმა: ლიტერატურული მონაცემების და ინტერნეტში ანალოგიური საკითხების მოძიება; ჟანგბადის გენერატორის აწყობა და გამოცდა)

5. მთის მდინარეებიდან კინეტიკური ენერჯის მოპოვება მოტივტივე მულტიტურბინით და მისი გარდაქმნა სითბურ ენერგიაში გრიგალური გენერატორის მეშვეობით. (სითბური მოვლენები, ელექტრობა და მაგნეტიზმი).

(გეგმა: მდინარის მოტივტივე მულტიტურბინის ბაზაზე შექმნათ საქართველოს მთიანი რეგიონების პირობებისათვის გამოსადეგი ორიგინალური, გაუმჯობესებული იაფი გრიგალური გამათბობლის და ელექტროგენერატორის კომბინირებული დანადგარის საცდელი მაკეტი, რომელიც შეამცირებს მთის სოფლების სახლების და სათბურების გათბობის და განათების ხარჯებს, გაამარტივებს და გააიაფებს გამათბობელი სისტემის მომსახურებას, შეამცირებს დღესდღეისობით არსებული ენერგეტიკული სისტემისათვის საჭირო საპოხი და საწვავი მასალების მოხმარებას.)

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2017 -2022
2. 2017-2022
3. 2019-2024
4. 2019-2024
5. 2020-2025

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ხელმძღვანელი: ს. ფაღავა; შემსრულებელი: კ. გორგაძე, შ. დეკანოსიძე, შ. ხიზანიშვილი, მ. მეცხვარიშვილი, ი. კალანდაძე, ხ. ლომსაძე. (ს. ფაღავა - ხელმძღვანელი, სამუშაოების დაგეგმვა და ორგანიზაცია, კ. გორგაძე, შ. დეკანოსიძე, მ. მეცხვარიშვილი - საკვლევი ობიექტების მოძიება, მთვლელი გაამწოდის დამონტაჟება და პერიოდული კონტროლი, მონაცემების შეგროვება და დამუშავება. ი. კალანდაძე, ხ. ლომსაძე მონაცემთა კლასიფიკაცია და ლიტერატურის მოძიება. სამეცნიერო სტატიის მომზადებაში მონაწილეობს მთელი ჯგუფი).
2. ხელმძღვანელი: ე. ხალვაში; შემსრულებლები: ნ. ფოკინა, მ. ელიზბარაშვილი (ე. ხალვაში - ხელმძღვანელი, თეორიული ამოცანის დასმა და განსაზღვრა, ნ. ფოკინა, მ. ელიზბარაშვილი ლიტერატურის მოძიება, დასმული ამოცანის თეორიული დამუშავება, ჰიპოტეზის გამოთქმა და შესაბამისი გამოთვლების ჩატარება, სტატიის მომზადება).
3. ხელმძღვანელი: კ. გორგაძე, შემსრულებელი: შ. ხიზანიშვილი ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე. (კ. გორგაძე - ხელმძღვანელი - სამუშაოების დაგეგმვა, პროექტის შექმნა; შ. ხიზანიშვილი ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე - მსოფლიოში არსებული ანალოგების მოძიება, მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეების განსაზღვრა, გამოსაცდელი მაკეტის აწყობაში და გამოცდაში უშუალო მონაწილეობის მიღება).
4. ხელმძღვანელი: კ. გორგაძე, შემსრულებელი: მ. მეცხვარიშვილი, ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე. (კ. გორგაძე იდეის წარმოდგენა და გამოსაცდელი დანადგარის სქემის შედგენა. მ. მეცხვარიშვილი, ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე. სქემის მიხედვით დანადგარის აწყობა და მისი გამოცდა. ჟანგბადის მიღების ელექტროქიმიური მეთოდების და ლიტერატურის მიმოხილვა. ოპტიმალური სქემის შემუშავება).
5. ხელმძღვანელი: კ. გორგაძე შემსრულებელი: შ. ხიზანიშვილი ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე. (კ. გორგაძე იდეის წარმოდგენა, მოსალოდნელი სამუშაოების დაგეგმვა და მონაწილეობის მიღება. შ. ხიზანიშვილი ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე. მსოფლიოში მიმდინარე სამუშაოების ლიტერატურული მიმოხილვა და მიღწეული შედეგების კლასიფიკაცია).

**კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. პროექტის იდეა და სამოქმედო პროგრამა დაფუძნებულია საერთაშორისო დონეზე აპრობირებულ კვლევის შედეგებსა და რიგი საერთაშორისო ორგანიზაციების, კერძოდ, gaero-ს ატომური რადიაციის ზემოქმედების შემსწავლელი სამეცნიერო კომიტეტის (UNSCEAR), gaero-ს ეკონომიკური კომისიის ევროპის განყოფილების (UNECE), ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის რადიოლოგიური დაცვის საერთაშორისო კომისიის (WHO/IARC), ატომური ენერჯის საერთაშორისო სააგენტოს (IAEA), აშშ-ს გარემოს დაცვის სააგენტოს (US/EPA) დადგენილებებსა და სახელმძღვანელო მითითებებზე.

აშშ-სა და ევროკავშირის ქვეყნებში ჩატარებული მრავალრიცხოვანი ეპიდემიოლოგიური კვლევების შედეგად დადგენილი იქნა, რომ ადამიანის ორგანიზმში ინჰალაციის გზით მოხვედრილი ბუნებრივი

წარმოშობის რადიოაქტიური აირი – რადონი ( $^{219}, ^{220}, ^{222}\text{Rn}_{86}$ ) და მისი დაშლის პროდუქტები (მაგ.  $^{210}, ^{214}, ^{218}\text{Po}_{84}, ^{210}, ^{211}, ^{212}\text{Pb}_{82}$ ) იწვევენ ბრონქებისა და ფილტვის ეპითელიუმის ციტოგენეტიკურ დაზიანებებს, მრავალპოზიციურ ქრომოსომულ რღვევებს და შედეგად იზრდება – პიროვნების ფილტვის კიბოთი დაავადების რისკი. ასევე დადგენილი იქნა, რომ პიროვნების ფილტვის კიბოთი დაავადების რისკი იზრდება შენობებში რადონის კონცენტრაციის ზრდის კვალდაკვალ. კერძოდ, შენობებში რადონის ( $150\text{--}200$ ) ბკ/მ<sup>3</sup>-ის ტოლი კონცენტრაციის პირობებში, პიროვნების ფილტვის კიბოთი დაავადების რისკი იზრდება  $\sim 20\%$ , ხოლო  $800$  ბკ/მ<sup>3</sup> -ზე მეტის პირობებში –  $100\%$ -ით.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მე-20-ე საუკუნის ბოლო წლებიდან დღემდე – ადამიანის ჯანმრთელობაზე რადონის ზემოქმედებით განპირობებული რისკების შეფასებისა და მინიმიზების საკითხს – საერთაშორისო ორგანიზაციების დადგენილებებიდან [1 – 6] გამომდინარე, განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა როგორც განვითარებულ, ასევე განვითარებად სახელმწიფოებში.

აღსანიშნავია, რომ საქართველოს ბუნებრივ გარემოში არსებული რეალებიდან გამომდინარე, ზემოაღნიშნული პრობლემის აქტუალობა და მისი როგორც სამეცნიერო, ასევე სოციალური ასპექტების გადაჭრის აუცილებლობა დასაბუთებულია (UNECE)-ის „Environmental Performance Review of Georgia“ 2003 და 2010 წლების ანგარიშებში. ანგარიშების მე-14-ე თავში „ადამიანის ჯანმრთელობა და გარემო“ ხაზგასმულია, რომ: „საქართველო წარმოადგენს ქვეყანას რადონის გამოსხივების პოტენციურად მაღალი დონეებით, რადგან მისი გეოლოგიური ფორმაციები ხასიათდებიან ურანის მაღალი შემცველობით, ხოლო მრავალი შენობა აგებულია ადგილობრივი წარმოების მასალებით, . . . , საქართველოს პირობებში შენობებში რადონით დასხივება პოტენციურად სერიოზული პრობლემაა და , მიუხედავად იმისა, რომ როგორც „გარემოს სანიტარული მდგომარეობის ეროვნული სამოქმედო გეგმა“, ასევე „ჯანდაცვის ეროვნული პოლიტიკა“ ითვალისწინებს დაკვირვებებს რადონით დასხივებაზე და პრიორიტეტი ენიჭება შენობებში რადონის მონიტორინგს, ამგვარი მონიტორინგი საქართველოში ჯერ არ ჩატარებულა. . . , ქვეყნის მასშტაბით ჩატარებული დაკვირვების შედეგები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ინფორმაციის მოპოვებას შენობებში რადონის კონცენტრაციების შესახებ ქვეყნის სხვადასვა რეგიონში, გამოყენებული უნდა იქნას საზოგადოების ჯანმრთელობაზე რადონის მავნე ზემოქმედების მინიმიზების სტრატეგიის შესამუშავებლად“.

ლიტერატურა:

2. პროექტის ფარგლებში მმდინარეობს სპინ-ტრიპლეტური განრჩევადი ნაზი სტრუქტურის მქონე ძლიერად ანიზოტროპულ მოლეკულარულ კრისტალებში სპინური დინამიკის ზოგიერთი საკითხების თეორიული შესწავლა ნულოვან მუდმივი მაგნიტურ ველის პირობებში. სისტემის ძირითადი ჰამილტონიანი წარმოიდგინება კვადრუპოლური ჰამილტონიანით  $H_0 = D[S_x^2 - (1/3)S(S+1)] + E(S_x^2 - S_y^2) \equiv -XS_x^2 - YS_y^2 - ZS_z^2$ , სადაც  $D, E$  ნულველოვანი გახლეჩის პარამეტრებია, ხოლო  $S_x, S_y, S_z$  – ელექტრონული სპინის პროექციაა ღერძებზე  $x, y, z$ , რომლებიც წარმოადგენენ კვადრუპოლური ურთიერთქმედების ტენზორის მთავარ ღერძებს. ამოცანის ამოსახსნელად გამოყენებული იქნება ერთგადასვლიანი ოპერატორების ფორმალიზმი. მიღებული იქნება დამაგნიტების კომპონენტების თავისუფალი მოძრაობის განტოლებები, რისი საშუალებითაც დადგინდება ნიმუშის დამაგნიტების თავისუფალი მოძრაობის ხასიათი: მისი კომპონენტები  $M_x, M_y, M_z$ , როდესაც შექმნილია მათი არანულოვანი საწყისი მნიშვნელობები  $M_x(0), M_y(0), M_z(0)$ , ასრულებენ წრფივ რხევებს შესაბამისად  $x, y, z$  ღერძების გასწვრივ და თან განსხვავებული რეზონანსული სიხშირეებით. ასევე, მიიღება ცვლადი მაგნიტური ველით, რომელიც პოლარიზებულია ერთ-ერთი ღერძის გასწვრივ  $(x, y, z)$ , გამოწვეული დამაგნიტების კომპონენტების იძულებითი რხევების განტოლებები, რომელთა დახმარებითაც მიიღება სპინ-ტრიპლეტური მდგომარეობების კომპლექსური დინამიური ამთვისებლობის ტენზორი.

სპინ-ტრიპლეტური განრჩევადი ნაზი სტრუქტურის მქონე ძლიერად ანიზოტროპულ მოლეკულარულ კრისტალებში შევისწავლით სპინ-მესერული რელაქსაციას, როდესაც იგი ხორციელდება ერთფონონური მექანიზმით. ვინაიდან მოცემულ შემთხვევაში საქმე გვაქვს მაკროსკოპულად დიდი რაოდენობა პარამაგნიტური ნაწილაკების სისტემასთან და ამასთანავე იმის გათვალისწინებით, რომ სპინურ სისტემაში წონასწორობა მყარდება უფრო სწრაფად ვიდრე სპინურ სისტემასა და მესერს შორის, გამოყენებული იქნება ზუბარევის მიერ შემუშავებული არაწონასწორობის სტატისტიკური ოპერატორის მეთოდი.

ლიტერატურა:

3. დანადგარის შექმნის საფუძველი გახდა ბუნებაში მიმდინარე პროცესი, მზით გამთბარ ნიადაგთან ახლის მყოფი ჰაერი თბება, მიისწრაფის მაღლა და ადგილს უთმობს შედარებით გრილ ჰაერის მასებს. მზის შუქით განათებულ მუქი ფერის საღებავით დამუშავებულ მაღალ, ვერტიკალურ მილში წარმოიქმნება დაწნევის ძალა, რომლის სიდიდე დამოკიდებული იქნება მილის სიმაღლეზე და გამთბარი ჰაერის ტემპერატურაზე. მილში ტურბინიანი გენერატორის მოთავსებით წარმოქმნილი კონვექციური ნაკადებიდან შესაძლებელია მიღებული იქნას გარკვეული რაოდენობის ენერგია. მილის გეომეტრიიდან და ჰაერის ტემპერატურიდან გამომდინარე შეიძლება შეიქმნას განსხვავებული სიმძლავრის დანადგარები და მათ მიერ გამოიმუშავებული ენერგია გამოყენებულ იქნას მწელიად მისადგომ ადგილებში.

4. 2019 წლის მიწურულს ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ მსოფლიოს შეატყობინა ვირუსის ახალი შტამის SARS-COV-2 ანუ COVID-2 მძიმე ეპიდემიური დაავადების გამოწვევის გავრცელების შესახებ.

დღესდღეობით ეპიდემიამ მოიცვა ფაქტიურად მთელი მსოფლიო. დაავადებულთა 30%-ს ესაჭიროება ჰოსპიტალიზაცია. დაავადება მიმდინარეობს მძიმედ, პნევმონიისა და სუნთქვითი უკმარისობის თანხლებით და სხვა ქრონიკული დაავადებების გააქტიურებით. ამის შედეგად ჟანგბადის დონე ეცემა სიცოცხლისათვის საშიშ მაჩვენებლამდე. ამიტომ, განსაკუთრებით უნდა მიექცეს ყურადღება სუნთქვითი ორგანოების მხრიდან წარმოჩენილ პრობლემებს. ისინი მიუთითებენ იმაზე, რომ ფილტვები ვერ უზრუნველყოფენ სისხლის ჟანგბადით მომარაგებას და შესაბამისად ხდება ჟანგბადის მიმართ მგრძობიარე ორგანოების მუშაობის დარღვევა. ამიტომ, კორონა ვირუსის არსებობაზე ეჭვის შემთხვევაში ნომერ პირველი მოქმედება არის დავებმართო ორგანიზმს სუნთქვითი ფუნქციის აღდგენაში. ამისათვის გამოიყენება ფილტვების ხელოვნური ვენტილაციის აპარატები, ჟანგბადის ბალიშები და სამედიცინო ჟანგბადის კონცენტრატორები, იმისათვის, რომ შენარჩუნდეს სატურაციის საჭირო დონე. ჟანგბადი ასევე უზრუნველყოფს ორგანიზმის დაზიანებული ქსოვილების ინტენსიურ რეგენერაციას.

ფილტვების ვენტილაციის აპარატების და O<sub>2</sub> კონცენტრატორების უამრავი მოდელის არსებობის მიუხედავად, მათ გააჩნიათ მთელი რიგი ნაკლოვანებები. ესენია მათი დიდი გაბარიტები და სიძვირე. ისინი ჟანგბადს აწარმოებენ ატმოსფერული ჰაერიდან. გადასატან დანადგარებს აქვთ მცირე წარმადობა და დამოკიდებულნი არიან ელექტროენერგიის სტაბილურ მიწოდებაზე. ამიტომ, ჩვენს მიერ დასმული ამოცანა მდგომარეობს შემდეგში: შევქმნათ ჟანგბადის ავტონომიური გენერატორი, რომლის მოქმედების პრინციპი დამყარებული იქნება მცირე კონცენტრაციის ელექტროლიტის ელექტროლიზის პრინციპზე, რის შედეგადაც, გამოიყოფა წყალბადის და ჟანგბადის ნარევი ე.წ. „ბრაუნის გაზი“ ან „მვგრვინავი აირი“ შემადგენლობის მიხედვით H<sub>2</sub> და O<sub>2</sub>, მიღებული O<sub>2</sub>-ის რაოდენობა დამოკიდებული იქნება მოხმარებულ სიმძლავრეზე, ელექტროლიტის და ელექტროდების მასალაზე, გამოყენებულ კატალიზატორზე. კონცენტრატორებში გამოყენებულ ცეოლითის შემცველი ძვირადღირებული გრანულების და ფილტვების ნაცვლად ელექტროლიზის აპარატში სწორად შერჩეული მუშა მასალების შემთხვევაში საჭირო იქნება მხოლოდ გამოხდელი წყლის დამატება მუშაობის პროცესში.

სწორი ექსპლოატაციის შემთხვევაში ელექტროლიზიორში წარმოქმნილი H<sub>2</sub> არანაირ საფრთხეს არ წარმოადგენს. ის რეზინის დრეკადი მილით გადის შენობის გარეთ და უბრალოდ ერევა ატმოსფეროს.

მიღებული O<sub>2</sub> შეიძლება გამოყენებული იქნას ჩვეულებრივი წესით ჟანგბადის ნიღაბში სასუნთქად. ასევე, ჟანგბადის კოქტივლების დასამზადებლად და სპეციალური ოზონატორის საშუალებით მოხდეს მისი იონიზაცია და მისგან მიღებული იონური ქარის გამოყენებით მივიღოთ ტყის ჰაერის ეფექტი და მოხდეს ჯანმრთელი ადამიანის რელაქსაციის პროცესი.

5. ჩვენს ამოცანას წარმოადგენს, განახლებადი ენერგიის წყაროს, კერძოდ კი მდინარის მოტივტივე ტურბინის გაერთიანება „გრიგალურ გამათბობელთან“. პირველ შემთხვევაში მოტივტივე მულტიტურბინა გენერატორის

მეშვეობით მდინარის წყლის ენერჯიას გარდაქმნის ელექტროენერჯიად. მეორე შემთხვევაში გრიგალური გამათბობელი მბრუნავი ელექტროძრავის ენერჯიას, მართალია მაღალი მ.კ.კ.-ით, გარდაქმნის სითბურ ენერჯიაში. საკითხი მდგომარეობს შემდეგში შეიქმნას დანადგარი რომელიც მულტიტურბინის ბრუნვის ენერჯიას პირდაპირ გარდაქმნის გრიგალური გამათბობლის მიერ გამთბარი წყლის ენერჯიაში.

პროექტით გათვალისწინებულია ენერგეტიკული სისტემის აგება, რომელიც შეიქმნება მდინარის მოტივტივე მულტიტურბინის, მულტიპლიკატორის, მოტორგენერატორის, წყლის გრიგალური გამაცხელებლის გაერთიანებით. ამ სისტემას დავამონტაჟებთ წინასწარ შერჩეულ ადგილზე შედარებით მაღალი დაქანების წყალუხვი მდინარის ნაპირზე. იგი მოემსახურება ადგილობრივ მოსახლეებს. პროექტის წარმატებულობა იქნება საწინდარი სისტემის შემდგომში ქარხნული წარმოების განხორციელებისა. ეს არის ჩვენი ორგანიზაციის სტარტი ენერგეტიკის სფეროში და წარმატებული სტარტი კი გზას გაგვიხსნის ამავე მიმართულებით სხვა პროექტების განხორციელებაში.

ჩვენ სწორედ უნდა შევარჩიოთ კავიტატორი (წყლის ტუმბო). მათი ასორტიმენტი დღეს დღეისობით საკმაოდ მაღალია, რომ მოცემული მულტიტურბინით და მულტიპლიკატორით მივიღოთ 3000-3500 ბრ/წთ და საკმარისი წნევა კავიტატორის გამოსასვლელზე. მოგვეცემა თუ არა ეს შესაძლებლობა, ჩვენ ემპირიულად დავადგენთ გრიგალური წყლის გამათბობელი სისტემის საუკეთესო რეჟიმს, რაც წარმოადგენს ამ პროექტის ძირითად მიზანს.

ამ პროექტის ფარგლებში მდინარის მულტიტურბინის და გრიგალური წყლის გამათბობლის გაერთიანებით მიღებული სისტემის გამოყენება მნიშვნელოვნად შეამცირებს სასათბურე შენობების გათბობისათვის საჭირო ენერგეტიკულ დანახარჯებს. საქართველოს შეზღუდული ენერგორესურსებიდან გამომდინარე, აღნიშნული სისტემები სერიული წარმოების შემთხვევაში იქნება მნიშვნელოვანი სარგებლის მომტანი ქვეყნის მასშტაბით. მომავალში ეს შეიძლება სხვადასხვა სახესხვაობით დაინერგოს საოფისე, საცხოვრებელი, საწარმოო ფართების, სასოფლო-სამეურნეო სათბურების გასათბობად. პროექტის წარმატებით დასრულების შემთხვევაში დიდი ალბათობა იმისა, რომ პროექტით დაინტერესდეს კერძო ბიზნესი.

## 2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

### 2.1.

1) გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1. ადამიანის ჯანმრთელობაზე რადონის ზემოქმედებით განპირობებული რისკების შეფასება და მინიმიზაცია.

2. ძლიერად ანიზოტროპული ახალი მასალების –  $La_{1-x}Me_xMnO_3$  (სადაც  $Me = Ca, Pb, Sr$ ;  $x$  არის  $Me$ -ს დოპირების დონე), მაღალტექნოლოგიური შენაერთების ( $LaGa_{1-x}Mn_xO_3$ ,  $KCuF_3$ , ...) და სპინ-ტრიპლეტური შენაერთების ელექტრონული სპინური რელაქსაციის და დინამიკის შესწავლა ნულოვან და სუსტ მუდმივ მაგნიტურ ველებში.

3. მზის ენერჯიაზე მომუშავე კონვექციური გენერატორი

4. ჟანგბადის ავტონომიური გენერატორი.

5. მთის მდინარეებიდან კინეტიკური ენერჯიის მოპოვება მოტივტივე მულტიტურბინით და მისი გარდაქმნა სითბურ ენერჯიაში გრიგალური გენერატორის მეშვეობით.



## 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2017 -2022
2. 2017-2022
3. 2019-2024
4. 2019-2024
5. 2020-2025

## 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ხელმძღვანელი: ს. ფაღავა; შემსრულებელი: კ. გორგაძე, შ. დეკანოსიძე, შ. ხიზანიშვილი, მ. მეცხვარიშვილი, ი. კალანდაძე, ხ. ლომსაძე. (ს. ფაღავას ხელმძღვანელობით მოხდა სამუშაოების დაგეგმვა და ორგანიზება; კ. გორგაძის, შ. დეკანოსიძის, მ. მეცხვარიშვილის მიერ მოხდა საკვლევი ობიექტების მოძიება, მთვლელი გაამწოდის დამონტაჟება და მისი პერიოდული კონტროლი, მოხდა მონაცემების შეგროვება და დამუშავება. ი. კალანდაძემ და, ხ. ლომსაძემ მოახდინა მონაცემების დახარისხება, მოიძიეს შესაბამისი ლიტერატურა. ჯგუფმა გაზომილი შედეგების დამუშავების საფუძველზე გამოაქვეყნა სტატიები).

2. ხელმძღვანელი: ე. ხალვაში; შემსრულებლები: ნ. ფოკინა, მ. ელიზბარაშვილი (ე. ხალვაში - ხელმძღვანელი, თეორიული ამოცანის დასმა და განსაზღვრა, ნ. ფოკინა, მ. ელიზბარაშვილი ლიტერატურის მოძიება, დასმული ამოცანის თეორიული დამუშავება, ჰიპოთეზის გამოთქმა და შესაბამისი გამოთვლების ჩატარება, სტატიის მომზადება).

3. ხელმძღვანელი: კ. გორგაძე, შემსრულებელი: შ. ხიზანიშვილი ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე. (კ. გორგაძის ხელმძღვანელობით დაიგეგმა სამუშაოები, შეიქმნა სავარაუდო პროექტის; შ. ხიზანიშვილმა, ხ. ლომსაძემ, ვ. ვაჩაძემ მოიძიეს მსოფლიოში არსებული ანალოგები, გამოიკვლიეს მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები. ჯგუფმა შეჯერებული მონაცემების საფუძველზე ააწყო გამოსაცდელი მაკეტი).

4. ხელმძღვანელი: კ. გორგაძე, შემსრულებელი: მ. მეცხვარიშვილი, ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე. (კ. გორგაძე იდებს წარმოდგენა და გამოსაცდელი დანადგარის სქემის შედგენა. მ. მეცხვარიშვილი, ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე. სქემის მიხედვით დანადგარის აწყობა და მისი გამოცდა. ჟანგბადის მიღების ელექტროქიმიური მეთოდების და ლიტერატურის მიმოხილვა. ოპტიმალური სქემის შემუშავება).

5. ხელმძღვანელი: კ. გორგაძე შემსრულებელი: შ. ხიზანიშვილი ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე. (კ. გორგაძე იდებს წარმოდგენა, მოსალოდნელი სამუშაოების დაგეგმვა და მონაწილეობის მიღება. შ. ხიზანიშვილი ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე. მსოფლიოში მიმდინარე სამუშაოების ლიტერატურული მიმოხილვა და მიღწეული შედეგების კლასიფიკაცია).

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. პროექტის ფარგლებში ს/კ სამუშაოები ჩატარებული იქნა ქ.თბილისის „ვაკე-საბურთალოს“ ადმინისტრაციულ რაიონში მდებარე კერძო ბინებში. კვლევის შედეგად ცალკეულ ტესტ-ობიექტებზე დამზერილი იქნა რადონის კონცენტრაციის ცვლილებების ფართი დიაპაზონი. ასე მაგალითად:

- ვაკის დასახლებაში მდებარე ბინების ცალკეულ ტესტ-ობიექტებზე ჰაერში რადონის კონცენტრაციები შესაბამისად იცვლებოდა (35-155) Bq/m ფარგლებში;
- საბურთალოს დასახლებაში მდებარე ბინების ცალკეულ ტესტ-ობიექტებზე ჰაერში რადონის კონცენტრაციები შესაბამისად იცვლებოდა (15-135) Bq/m ფარგლებში;
- დელისის დასახლებაში მდებარე ბინების ცალკეულ ტესტ-ობიექტებზე ჰაერში რადონის კონცენტრაციები შესაბამისად იცვლებოდა (45-350) Bq/m ფარგლებში;
- ვეძისის დასახლებაში მდებარე ბინების ცალკეულ ტესტ-ობიექტებზე ჰაერში რადონის კონცენტრაციები შესაბამისად იცვლებოდა (35-360) Bq/m ფარგლებში.
- ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ქ.თბილისის „ვაკე-საბურთალოს“ ადმინისტრაციულ რაიონში ჩატარებული ს/კვლევის შედეგები ცალსახად აჩვენებს, რომ რეგიონში მაღალია ადამიანის

ჯანმრთელობაზე რადონით განპირობებული პოტენციური რისკები და აუცილებელია რეგიონში ამ სახის კვლევითი სამუსაოების გაგრძელება.

2018-2021 წელს ჩატარებული სამეცნიერო კვლევების შედეგად მიღებული მონაცემების განხილვისა და ანალიზის საფუძველზე, პროექტში მონაწილე მეცნიერ თანამშრომელთა მიერ მომზადებული და გამოქვეყნებული იქნა სამეცნიერო სტატიები:

2. განხორციელდა სპინ-ტრიპლეტური განრჩევადი ნაზი სტრუქტურის მქონე ძლიერად ანიზოტროპულ მოლეკულარულ კრისტალებში სპინური დინამიკის ზოგიერთი საკითხების თეორიული შესწავლა ნულოვან მუდმივი მაგნიტურ ველის პირობებში. სისტემის ძირითადი ჰამილტონიანი წარმოიდგინება კვადრუპოლური ჰამილტონიანით  $H_0 = D[S_z^2 - (1/3)S(S+1)] + E(S_x^2 - S_y^2) \equiv -XS_x^2 - YS_y^2 - ZS_z^2$ , სადაც  $D, E$  ნულველოვანი გახლეჩის პარამეტრებია, ხოლო  $S_x, S_y, S_z$  – ელექტრონული სპინის პროექციაა ღერძებზე  $x, y, z$ , რომლებიც წარმოადგენენ კვადრუპოლური ურთიერთქმედებით ტენზორის მთავარ ღერძებს. ამოცანის ამოსახსნელად გამოყენებული იქნა ერთგადასვლიანი ოპერატორების ფორმალიზმი. მიღებული იქნა დამაგნიტების კომპონენტების თავისუფალი მოძრაობის განტოლებები, რისი საშუალებითაც დადგინდა ნიმუშის დამაგნიტების თავისუფალი მოძრაობის ხასიათი: მისი კომპონენტები  $M_x, M_y, M_z$ , როდესაც შექმნილია მათი არანულოვანი საწყისი მნიშვნელობები  $M_x(0), M_y(0), M_z(0)$ , ასრულებენ წრფივ რხევებს შესაბამისად  $x, y, z$  ღერძების გასწვრივ და თან განსხვავებული რეზონანსული სიხშირეებით. ასევე მიღებული იქნა ცვლადი მაგნიტური ველით, რომელიც პოლარიზებულია ერთ-ერთი ღერძის გასწვრივ  $(x, y, z)$ , გამოწვეული დამაგნიტების კომპონენტების იძულებითი რხევების განტოლებები, რომელთა დახმარებითაც მიღებული იქნა სპინ-ტრიპლეტური მდგომარეობების კომპლექსური დინამიური ამთვისებლობის ტენზორი.

სპინ-ტრიპლეტური განრჩევადი ნაზი სტრუქტურის მქონე ძლიერად ანიზოტროპულ მოლეკულარულ კრისტალებში შესწავლილი იქნა ასევე სპინ-მესერული რელაქსაცია, როდესაც იგი ხორციელდება ერთფონონური მექანიზმით. ვინაიდან მოცემულ შემთხვევაში საქმე გვაქვს მაკროსკოპულად დიდი რაოდენობა პარამაგნიტური ნაწილაკების სისტემასთან და ამასთანავე იმის გათვალისწინებით, რომ სპინურ სისტემაში წონასწორობა მყარდება უფრო სწრაფად ვიდრე სპინურ სისტემასა და მესერს შორის, გამოყენებული იქნა ზუბარევის მიერ შემუშავებული არაწონასწორული სტატისტიკური ოპერატორის მეთოდი. მიღებული იქნა ნაზი სტრუქტურის ცალკეული გადასვლის (1-2, 2-3, 1-3 გადასვლების) გრძივი სპინ-მესერული რელაქსაციის სიჩქარეებისათვის გამოსახულებები:

$$(T_1^{1-2})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha, \beta} L_{\alpha\beta} \left\{ \left( \mathcal{G}_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + \left( \mathcal{G}_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + 2 \left( \mathcal{G}_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

$$(T_1^{2-3})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha, \beta} L_{\alpha\beta} \left\{ 2 \left( \mathcal{G}_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + \left( \mathcal{G}_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + \left( \mathcal{G}_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

$$(T_1^{1-3})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha, \beta} L_{\alpha\beta} \left\{ \left( \mathcal{G}_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + 2 \left( \mathcal{G}_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + \left( \mathcal{G}_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

სადაც  $\mathcal{G}_{\alpha\beta}^{x,y,z}$  სპინ-ფონონური ბმის ტენზორის კომპონენტები;  $\alpha, \beta$  იღებენ მნიშვნელობებს  $x, y, z$ ;  $L_{\alpha\beta}$  – კოეფიციენტი, რომელიც პროპორციულია მესერის ტემპერატურის.

3. დანადგარი შექმნის პროცესშია, შერჩეულია მილის ოპტიმალური სიმაღლე, შერჩეულია მილის გეომეტრიული ზომები და დადგენილია ჰაერის სავარაუდო ტემპერატურა, დადგენილია დანადგარის სავარაუდო სიმძლავრეები.

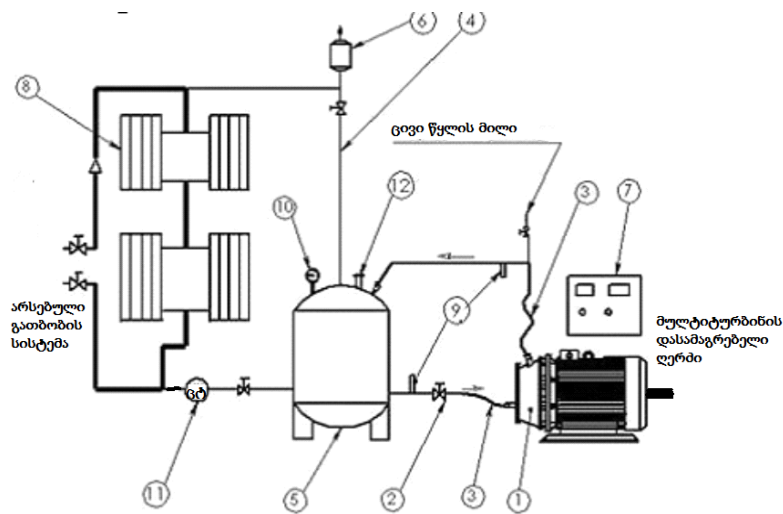
4. შეიქმნა ჟანგბადის გენერატორი, რომელიც წარმოადგენს მოწყობილობას, რომელშიც ჩასხმულია სპეციალური შემადგენლობის და კონცენტრაციის ელექტროლიტი. მასში ჩაშვებულია შესაბამისი ნივთიერებისაგან დამზადებული ელექტროდები და მათზე მიერთებულია მუდმივი დენის კვების წყარო. ჩვეულებრივად მზადდება N-ს მსგავსი ფორმის მინის ან პლასტმასის მილიდან, რომ მოხდეს წყალბადის და ჟანგბადის განცალკევება სხვადასხვა მუხლში, თუმცა ელექტროლიტის დიდი წინაღობის და ელექტროდებს შორის დიდი მანძილის გამო, აირების გამოყოფა ნელა მიმდინარეობს. ამიტომ, საჭიროა ელექტროდების მაქსიმალური მიახლოება ისე, რომ არ დაირღვეს ელექტროლიზიორის მოქმედება და შესაბამისად გაიზარდოს ჩვენთვის საინტერესო O<sub>2</sub>-ის გამოსავალი.

ამისათვის, ჩვენ ვიყენებთ ელექტროდებისა და მინა-ქსოვილის პაკეტს, რომელიც იმგვარად არის მოთავსებული ელექტროლიზიორის მოცულობაში, რომ მანძილი ელექტროდებს შორის მინიმუმამდეა შემცირებული, ელექტროლიტი მთლიანად ფარავს ამ პაკეტს და დასველებული მინა-ქსოვილის ნაჭერი უზრუნველყოფს აირადი H<sub>2</sub> და O<sub>2</sub> განცალკევებას.

ელექტროლიზიორის ზედა ნაწილში განთავსებულია ჟანგბადის და წყალბადის გარეთ გამომყვანი ონკანები თავისი დრეკადი რეზინის მილებით. გამოხდილი წყლის დასამატებელი მცირე ავზი, თერმომეტრი და ელექტროდების კონტაქტები. ჟანგბადის მილში ჩართულია მცირე მოცულობის საკვები სოდის წყალხსნარის ჭურჭელი, რომელშიც გავლის შედეგად ჟანგბადს ცილდება ელექტროლიზიორის მოქმედების დროს შემთხვევით წარმოქმნილი შხეფები და არასასურველი ქიმიური ნივთიერებები შედიან რა NaHCO<sub>3</sub>-თან რეაქციაში ამასთან უზრუნველყოფს O<sub>2</sub> აირის დამატებით დატენიანებას.

სწორი ექსპლუატაციის შემთხვევაში ელექტროლიზიორში წარმოქმნილი H<sub>2</sub> არანაირ საფრთხეს არ წარმოადგენს. ის რეზინის დრეკადი მილით გადის შენობის გარეთ და უბრალოდ ერევა ატმოსფეროს.

5. ორი პროექტის გაერთიანებით მიღებული დანადგარის ზოგადი სქემა წარმოდგენილია ნახაზზე. მთავარ კვანძს წარმოადგენს 1. სითბოგენერატორი (კავიტატორი), რომელიც თანაღერძულად არის დაკავშირებული მოტორ-გენერატორთან. თავის მხრივ მოტორ-გენერატორი დაკავშირებულია მდინარის მოტივტივე



მულტიტურბინასთან მულტიპლიკატორის ან პლანეტარული რედუქტორის საშუალებით საჭირო ბრუნთა რიცხვის მისაღებად. გენერატორი საჭიროა 11. ცირკულაციური ტუმბოს ასამუშავებლად და სამუშაო ადგილის გასანათებლად. სითბოგენერატორი და 5. დამაგროვებელი ავზი შემავალი ცივი წყლის მილიდან ივსება ისე, რომ 6. გამაფართოვებელ ავზში წყლის დონე იყოს საკმარისი სიმაღლის, რათა სითბოგენერატორის მუშაობის შედეგად გამთბარი წყლიდან კავიტაციის მოცულობას. 4. დამაკავშირებელი მილები,

შედეგად გამოყოფილი ჰაერის ბუმტუკები მოაცილოს მუშა

დამაგროვებელი და გამაფართოვებელი ავზები, თვითონ სითბოგენერატორიც აუცილებელია დაფარული იყოს თბოიზოლაციის ფენით, რომ მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი სითბური დანაკარგები. დამაგროვებელი ავზის შემავალ და გამომავალ მილებზე დამაგრებულია სითბური გადამწოდები. არსებულ 8. გათბობის სისტემას სითბოგენერატორი უკავშირდება ცირკულაციური ტუმბოს საშუალებით. იკეტება გათბობის სისტემის მილების ვენტილები და იხსნება დამაგროვებელი ავზის ვენტილი საიდანაც გამთბარი წყალი შედის სახლის ან სათბურის გამათბობელ რადიატორში. სითბოგენერატორი მოტორ- გენერატორთან და რედუქტორთან ერთად მონტაჟდება მდინარის კარგად დამაგრებულ ნაპირზე რომელსაც ლითონის ტროსის საშუალებით უკავშირდება მულტიტურბინა რამდენიმე აქტიური ელემენტით რომლის საშუალებითაც მდინარის ენერჯია გარდაიქმნება ბრუნვით მოძრაობაში და რედუქციის შედეგად ვილებთ ბრუნვის საჭირო რაოდენობას. იმისდამიხედვით თუ როგორი იქნება მდინარის მახასიათებლები, ფრთების დიამეტრი, კავიტატორის კონსტრუქცია და წარმადობა, შესაძლებელია ნახაზზე ნაჩვენებ დანადგარის კონსტრუქციაში შეტანილი იქნეს გარკვეული ცვლილებები.

## 2.2.

1) დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1.

2.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1.

2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1.

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

### 3.1.

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

1. ინფრასტრუქტურის კონკურსი. ლოტი 3. სამეცნიერო დანადგარები და აღჭურვილობა, სამეცნიერო ბიბლიოთეკის ფონდის შევსება, უცხოური ელექტრონული. RIM-3-21-031

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

1. 2021-2022

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1. ხელმძღვანელი: ვალერიან ვაჩაძე (დუმელის მონტაჟი და შენადნობების მიღება), შემსრულებლები: კახა გორგაძე (ნიმუშების გაბარიტულ მომზადებას შესაბამისი დანადგარებისათვის, შესაბამისი დანადგარების გაშვებას და ცდების ჩატარებას), მაგდა მეცხვარიშვილი (რადონის მთვლელების მუშა მდგომარეობაში მოყვანა, არჩეულ ობიექტებში არსებულ სერვერებზე მიერთება და შესაბამისი მონაცემთა ბაზში ჩართვა).

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

მატერიალურ ტექნიკური ბაზის განახლება - გაფართოება მნიშვნელოვანია კვლევების თანამედროვე დონეზე ჩატარებისთვის, რადგან თანამედროვე ხელსაწყოები იძლევა ზუსტ მონაცემებს, არის კომპაქტური, მრავალფუნქციური და ამცირებს დროის დანაკარგს. ჩვენ ხელთ არსებული ხელსაწყოებიდან ნაწილი ხელნაკეთია, ნაწილი მოძველებული და აღარ აკმაყოფილებს თანამედროვე მოთხოვნებს. ეს პროექტი ემსახურება ხელსაწყოების შეცვლას და ასევე გაზომვის მეთოდების გაუმჯობესებას.

### 3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

**გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

### 4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

5.2. ეროვნული პატენტები

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

## 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)****6.2. სახელმძღვანელოები**

## 1) ავტორი/ავტორები

1. თ. ბჟალავა, კ. გორგაძე, ა. ესაკია, ი. ლომიძე, ლ. მაცაბერიძე, მ. მეცხვარიშვილი, თ. ჩიჩუა
2. ა. ვიგინიშვილი, კ. გორგაძე, ა. ესაკია, გ. კუკულაძე, ლ. მაცაბერიძე, მ. მეცხვარიშვილი, ი. პაპავა, ლ. ჩახვაშვილი, თ. ჩიჩუა
3. ა. ვიგინიშვილი, კ. გორგაძე, გ. კუკულაძე, ლ. მაცაბერიძე, ლ. ჩახვაშვილი, თ. ჩიჩუა, მ. წულუკიძე

## 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. ფიზიკის ლაბორატორიული პრაქტიკუმი. მექანიკა და მოლეკულური ფიზიკა. I ნაწილი. ISBN 978-9941-20-403-6 (ყველა ნაწილი), 978-9941-20-404-3 (პირველი ნაწილი)
2. ფიზიკის ლაბორატორიული პრაქტიკუმი (ელექტრობა და მაგნეტიზმი). II ნაწილი. ISBN 978-9941-20-403-6 (ყველა ნაწილი), 978-9941-20-591-0 (მეორე ნაწილი)
3. ფიზიკის ლაბორატორიული პრაქტიკუმი. (ოპტიკა და ატომის ფიზიკა). III ნაწილი. ISBN 978-9941-20-403-6 (ყველა ნაწილი), 978-9941-20-795-2 (მესამე ნაწილი)

## 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2014
2. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2016
3. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2017

## 4) გვერდების რაოდენობა

1. 146 გვ.
2. 200 გვ.
3. 184 გვ.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. დამხმარე სახელმძღვანელოში მოკლედაა გადმოცემული ის საკითხები, რომლებიც ეკითხებათ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტებს ზოგად ფიზიკაში. ნაშრომის მიზანია სტუდენტებმა სწრაფად გაიაზრონ ის საკითხები და ძირითადი ფორმულები, რომელსაც ითვისებენ სწავლის დროს და შესავალი ფიზიკის კურსი. წიგნი დაეხმარება სტუდენტებს ფიზიკური კანონების პრაქტიკულ გამოყენებაში. ნაშრომი საინტერესო იქნება ფიზიკით დაინტერესებული ყველა პირისათვის.

ბუნების მოვლენათა შესწავლა, ფიზიკური კანონების მათემატიკური ფორმულირება მოითხოვს გაზომვით ჩატარებას. ფიზიკური სიდიდის გაზომვა ნიშნავს მის შედარებას მისივე გვარის მეორე ფიზიკურ სიდიდესთან, რომელიც პირობით ერთეულად არის მიღებული. გაზომვის ჩასატარებლად საზოგადოდ საჭიროა საზომი, რომელსაც ვადარებთ ფიზიკურ სიდიდეს, და გამზომი ხელსაწყო ან დანადგარი, რომლის საშუალებითაც ეს შედარება ხორციელდება.

გაზომვა შეიძლება იყოს პირდაპირი და არაპირდაპირი. პირდაპირი ეწოდება ისეთ გაზომვას, როდესაც გაზომვის შედეგად უშუალოდ ვიღებთ სამიზნე ფიზიკური სიდიდის მნიშვნელობას. მაგალითად, სხეულის სიგრძეს ვზომავთ მასშტაბიანი სახაზავით, მასას ვსაზღვრავთ სასწორის მეშვეობით, ტემპერატურას – თერმომეტრით და ა.შ. არაპირდაპირი ეწოდება ისეთ გაზომვას, როდესაც სამიზნე ფიზიკური სიდიდე უშუალოდ არ იზომება. მას ვანგარიშობთ ფორმულით, ე.ი. იმ ფუნქციონალური დამოკიდებულების

მიხედვით, რომელიც საძიებელ ფიზიკურ სიდიდეს აკავშირებს სხვა ფიზიკურ სიდიდეებთან, რომელთა მნიშვნელობები განისაზღვრება პირდაპირი გაზომვით.

2. კრებული შეიცავს ლაბორატორიულ ამოცანებს ელექტრობასა და მაგნეტიზმში. ელექტრობისა და მაგნეტიზმის ლაბორატორიის დანიშნულებაა გამოუმუშაოს მომავალ ინჟინერს ძირითადი ელექტრული და მაგნიტური გაზომვების ჩატარებისა და ელექტრული სქემების კითხვის ჩვევა. ელექტრული და მაგნიტური სიდიდეების გასაზომად იყენებენ ხელსაწყოებს, რომლებიც კლასიფიცირდება გამოყენების სფეროს, გაზომვის მეთოდისა და მოქმედების პრინციპის მიხედვით:

გამოყენების სფეროებია ენერგეტიკა, კავშირგაბმულობა, წარმოება, ტრანსპორტი, მეცნიერული ექსპერიმენტები, სამედიცინო გამოკვლევები და ყოფაცხოვრება.

ელექტრული საზომი ხელსაწყოები გამოიყენება როგორც ელექტრული, ისე არაელექტრული ფიზიკური სიდიდეების გასაზომად. მეორე ტიპის ხელსაწყოები შეიცავს სენსორებს (გადამწოდებს), რომლებიც მგრძობიარეა ამა თუ იმ ფიზიკური სიდიდის მნიშვნელობისადმი და ცნობილი ფიზიკური კანონზომიერების საფუძველზე წარმოქმნის ამ სიდიდის შესაბამის ელექტრულ სიგნალს.

გაზომილი სიდიდის წარმოდგენის თვალსაზრისით ასხვავებენ მაჩვენებელ (მაგ., ამპერმეტრი) და მარეგისტრირებელ (მაგ., ელექტრომრიცხველი) ხელსაწყოებს.

3. კრებული შეიცავს ლაბორატორიულ ამოცანებს ოპტიკასა და ატომის ფიზიკაში. ამოცანები შერჩეულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში მოქმედი ზოგადი ფიზიკის კურსის პროგრამის შესაბამისად და განკუთვნილია სტუდენტებისათვის და ფიზიკით დაინტერესებული ყველა პირისათვის.

ყოველ ამოცანას წამძღვარებული აქვს თეორიული ნაწილი, რომელიც მოცემულია საკმაოდ ვრცლად.

ფიზიკური სიდიდის აბსოლუტურად ზუსტად გაზომვა შეუძლებელია. ყოველი გაზომვა შეიცავს რაღაც ცდომილებას (შეცდომას), ამიტომ გაზომვის შედეგად მიიღება გასაზომი ფიზიკური სიდიდის არა ჭეშმარიტი, არამედ მიახლოებითი მნიშვნელობა. ცდომილებები შეიძლება გამოწვეული იყოს სხვადასხვა მიზეზით. მათ სამ ჯგუფად ყოფენ: სისტემური, შემთხვევითი და უხეში ცდომილებები (აცდენები).

### 6.3. კრებულები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.



2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

1) ავტორი/ავტორები

1. კ. გორგაძე, მ. მეცხვარიშვილი, ი. გიორგაძე, ი. კალანდაძე, შ. ხიზანიშვილი, მ. ბერიძე.
2. მ. მეცხვარიშვილი, ი. კალანდაძე, მ. ბერიძე, კ. გორგაძე, შ. ხიზანიშვილი.
3. ფაღვალი ს.ვ., გორგაძე კ.მ., დეკანოსიძე შ.ვ., მეცხვარიშვილი მ. რ., კალანდაძე ი.გ. ხიზანიშვილი შ.მ.
4. ხ. ლომსაძე, მ. მეცხვარიშვილი, ი. კალანდაძე.
5. კ. გორგაძე, შ. დეკანოსიძე, ს. ფაღვალი, გ. ჯაფარიძე, ი. კალანდაძე, ხ. ლომსაძე, შ. ხიზანიშვილი, მ. მეცხვარიშვილი, მ. რუსეცკი.

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. ფორმის მახსოვრობის ეფექტი და ზედრეკადობა ტიტანის ზოგიერთ შენადნობში. ISSN 0130-7061
2. ფიზიკის როლი მედიცინაში. ISSN 0130-7061
3. რადონის ზემოქმედებით განპირობებული რისკების შეფასება თბილისის ზოგიერთ უბანში. ISSN 1512-0287
4. ინოვაციები საწარმოს სამეცნიერო-ტექნოლოგიურ განვითარებაში. ISSN 1512-0287
5. თბილისის ურბანულ პირობებში ადამიანის ჯანმრთელობის და საარსებო გარემოს უსაფრთხოების დაცვა რადონისა და მისი დაშლის პროდუქტების ზემოქმედებისაგან. ISSN 1512-0287

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. მეცნიერება და ტექნოლოგიები. #1 (735). 2021. გვ. 108-112
2. მეცნიერება და ტექნოლოგიები. #1(735). 2021. გვ.9-16.
3. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი. #2, 2021, გვ.86-88
4. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი #2, 2020 გვ. 25-26.
5. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი. #4 (ტ. 88), 2018, გვ. 50-53.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი. სტუ გამომცემლობა.
2. თბილისი. სტუ გამომცემლობა.
3. თბილისი. საერთაშორისო საინჟინრო აკადემია და საქართველოს საინჟინრო აკადემია.

4. თბილისი. საერთაშორისო საინჟინრო აკადემია და საქართველოს საინჟინრო აკადემია.
5. თბილისი. საერთაშორისო საინჟინრო აკადემია და საქართველოს საინჟინრო აკადემია.

5) გვერდების რაოდენობა

1. 5 გვ.
2. 8 გვ.
3. 3 გვ.
4. 2 გვ.
5. 4 გვ.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1.

ტიტანი და მისი შენადნობები ფართოდ გამოიყენება ავიაკოსმოსურ ტექნიკასა და მანქანათმშენებლობაში. ბოლო დროს ტიტანისა და მისი შენადნობების გამოყენება მნიშვნელოვნად გაიზარდა, რაც განპირობებულია მაღალი ბიოლოგიური შემთვისებლობით და თანამედროვე ქირურგიის პროგრესით სახსრების ენდოპროთეზირებაში. ტიტანის შენადნობების უნიკალური თვისებები დაკავშირებულია თერმოდრეკად შექცევად მარტენსიტულ გარდაქმნასთან, რაც ვლინდება ფორმის მახსოვრობის ეფექტით, ზედრეკადობითა და დემპფირების უნარით.

შესასწავლ ობიექტებად შერჩეულ იქნა ბინარული Ti – Ta და მათ ფუძეზე შექმნილი Mo-ით, V-ით და Zr-ით ლეგირებული მრავალკომპონენტური შენადნობები.

2.

ფიზიკური მოვლენებისა და კანონზომიერებების კვლევის შედეგებმა დიდი გამოყენება პოვა სამედიცინო სფეროში. დღესდღეობით ქვეყნის სამედიცინო დონეს მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მკურნალობის სფეროში გამოყენებული თანამედროვე ხელსაწყოები და მეთოდები, რაც დაკავშირებულია ფიზიკისა და ტექნიკის ინოვაციურ მიღწევებთან და უდავოდ ამაღლებს მკურნალობის ეფექტიანობას.

ძნელია დაასახელო ისეთი ფიზიკური მოვლენა, გამოგონება ან აღმოჩენა (რენტგენის სხივები, რადიოთერაპია, ლაზერი, ულტრაბგერა, ზეგამტარობის მოვლენა, კომპიუტერი, თავის ტვინის ბიოპოტენციალების გაზომვა, ბირთვული მაგნიტური რეზონანსის მოვლენა და ა.შ.), რომელმაც ამა თუ იმ გზით ასახვა ვერ პოვა მედიცინაში.

3.

რადონი ( $^{219, 220, 222}\text{Rn}_{86}$ ) – რადიაქტიური, ერთატომიანი, უფერო და უსუნო აირია, მისი სიმკვრივე 8-ჯერ აღემატება ჰაერის სიმკვრივეს და განთავსებულია რადიაქტიური  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  ელემენტების ქიმიურ რიგში. ბუნებაში მისი ბირთვები მუდმივად წარმოიქმნებიან დედამიწის ქერქში არსებული ელემენტების ბირთვების რადიაქტიული დაშლის შედეგად. წარმოქმნილი რადონი ადვილად ტოვებს საწყის ნივთიერებას ინერტულობის გამო და ხვდება მიწისქვეშა წყალებში, ჰაერსა და ბუნებრივ აირებში.

რადონის იზოტოპებიდან ყველაზე დიდი სიცოცხლის ხანგრძლივობა აქვს  $^{222}\text{Rn}$ . დედამიწის ქერქში მისი მასური შემცველობაა  $7 \cdot 10^{-16} \%$ . ის ადვილად ერევა მიწის-ქვეშა წყლებს. წყალთან ერთად ადვილად ამოდის დედამიწის ზედაპირზე და ხვდება ჰაერში. გარდა ამისა, ორგანულ საწვავზე (ნავთობი, ქვანახშირი, მაზუთი) მომუშავე საწარმოებიდან რადონი ხვდება ატმოსფეროში.

საცხოვრებელ ბინებში რადონის მოხვედრის ერთ-ერთი ძირითადი წყაროა შენობის საძირკვლის ქვეშ გრუნტში არსებული ბზარები. თუმცა, შენობაში ის, აგრეთვე, საშენი მასალის ფორებიდან, იატაკში არსებული ხვრელებიდან ხვდება. აღსანიშნავია ისიც, რომ გათბობის მიზნით შენობის ჰერმეტიზაცია ხელს უწყობს რადონის კონცენტრაციების გაზრდას.

სტატიაში წარმოდგენილია თბილისის სხვადასხვა უბანში ჩვენს მიერ გაზომილი რადონის კონცენტრაციის ცვლილების საზღვრები.

4.

თანამედროვე ეკონომიკაში წარმოების სამეცნიერო-ტექნიკური განვითარების ძირითადი მიმართულებები არის: წარმოების კომპლექსური მექანიზაცია და ავტომატიზაცია; ელექტროფიკაცია; ქიმიური მიმართულება; ახალი მასალების შექმნა და დანერგვა; ახალი ტექნოლოგიების (მასალის) შექმნა, მათ შორის ნანოტექნოლოგიების (ნანომასალების).

ყველა ეს მიმართულება ხელს უწყობს წარმოების გააქტიურებას, სამუშაო პირობების გაუმჯობესებას, მისი პროდუქტიულობის გაზრდას, კომპანიის პრო-დუქციის ხარისხისა და კონკურენტუნარიანობის გაუმჯობესებას. ამრიგად, კომპანიის სამეცნიერო და ტექნოლოგიური განვითარება არის ინოვაციის უწყვეტი პროცესია.

არსებობს ინოვაციური საქმიანობის მრავალგვარი განმარტება. ინოვაციების დანერგვა სულ უფრო მეტად განიხილება, როგორც წარმოებული საქონლის კონკურენტუნარიანობის გაზრდის, განვითარების მაღალი დონის და მომგებიანობის შენარჩუნების ერთადერთი გზა. საწარმოებში ტექნოლოგიური გან-ვითარების განხორციელების აქტუალობა განპირობებულია ცვლილებების ორი ჯგუფით, რომელსაც აქვს საშინაო და საერთაშორისო ხასიათი.

სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, საწარმოებზე ზეწოლას ახდენენ გარე და შიდა ბაზრები, რაც აისახება შემდეგში: მომხმარებლის ქცევის ცვლილება; განვითარებული ბაზარი საქონლით და მომსახურებით, შედეგად გაზრდილი კონკურენცია; ახალი, მსოფლიო დონის მრავალფეროვანი ტექნოლოგიები; მიწოდებისა და მოთხოვნის გლობალიზაცია.

5.

სტატიაში განხილულია რიგი საერთაშორისო ორგანიზაციების დადგენილებები და სახელმძღვანელო მითითებები, რომელთა დანერგვა რეკომენდებულია რადონის უარყოფითი ზემოქმედებაგან მოსახლეობის დაცვისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის დონის ამაღლების მიზნით.

სტატიაში ასევე წარმოდგენილია თბილისის ზოგიერთ უბანების კერძო ბინებში და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში ჰაერში გაზომილი რადონის კონცენტრაციების ცვლილების დიაპაზონი.

## 7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 7.1. წიგნები

1) ავტორი/ავტორები

1. M.R. Metskhvarishvili and et al.

2. M.R. Metskhvarishvili and et al.

2) წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. Science and Technology of Polymers and Advanced Materials: Applied Research Methods, *AAP and CRC Press*. ISBN 978-1-77188-753-3. <https://doi.org/10.1201/9780429425301>

2. Chapter 16 In Book: Advanced Materials, Polymers, and Composites New Research on Properties, Techniques, and Applications ISBN 9781771889513. <https://doi.org/10.1201/9781003105015>

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. Registered in England & Wales No.3099067. 5 Howick Place. London. SW1P 1WG. *AAP and CRC Press* 2019.

2. Copyright © 2021 Apple Academic Press Inc.

4) გვერდების რაოდენობა

1. 466 გვ.

2. 458 გვ.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

1. ამ თავში განხილულია მნიშვნელოვანი კვლევები პოლიმერებისა და კომპოზიტების სფეროში. ერთ-ერთი ბოლო აქცენტი არის მრავალფუნქციური მასალების შემუშავებაზე გაკეთებული. რამდენიმე სასურველი თვისების ერთდროულად მორგების შესაძლებლობა მიმზიდველია, მაგრამ ძალიან რთულია და მოითხოვს მნიშვნელოვან წინსვლას მაღალი ხარისხის ფუნქციონალური პოლიმერებისა და კომპოზიტების მეცნიერებასა და ტექნოლოგიაში.

ეს ტომი წარმოადგენს ახალი მიდგომების არჩევანს კომპოზიტებისა და ნანომასალების, პოლიმერების სინთეზისა და გამოყენების, მასალებისა და მათი თვისებების სფეროში. ზოგიერთი კომპოზიტი/ნანოკომპოზიტი და ინტერფეისი შესწავლილია ასევე სამედიცინო აპლიკაციებით. ავტორები ასევე განიხილავენ სიმულაციას და მოდელირებას, სინთეზს, რომელიც მოიცავს ფოტოქიმიას, თვითაწყობად ჰიდროგელებს და სოლ-გელ მეთოდებს.

2. ეს წიგნი მიმოიხილავს პოლიმერების მეცნიერების რამდენიმე სფეროს, განსაკუთრებით პოლიმერიზაციის სინთეზის ახალ ტენდენციებს, ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს და არაორგანულ სისტემებს. კომპოზიტები და ნანოკომპოზიტები ასევე განხილულია ამ წიგნში, სადაც ხაზგასმულია ნანოტექნოლოგიები და მათი გავლენა ამ ახალი მასალების ფიზიკური და მექანიკური თვისებების გაძლიერებაზე. კინეტიკა და სიმულაცია განხილულია და ასევე განიხილება როგორც პერსპექტიული ტექნიკა ქიმიის მიღწევისა და ფიზიკური საკუთრების მიზნების პროგნოზირებისთვის. ეს წიგნი წარმოადგენს ინტერდისციპლინარული ნაშრომების ნაკრებს თითოეული განსახილველი თემის ცოდნის მდგომარეობის შესახებ მიმოხილვებითა და ორიგინალური გამოუქვეყნებელი კვლევების კომბინაციით.

## 7.2. სახელმძღვანელოები

### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 7.3. კრებულები

### 1) ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

7.4. სტატიები

1) ავტორი/ავტორები

1. N. Fokina, M. Elizbarashvili.
2. N. Fokina, M. Elizbarashvili.

2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN

1. Pure superradiance from the inverted levels of spin triplet states coupled to resonator, <https://doi.org/10.1007/s00723-021-01346-x>
2. Determination of magnetization dynamics of the material with spin triplet states under the action of a weak varying field and spin-lattice interaction in zero constant field. <https://doi.org/10.9734/bpi/nupsr/v15/12205D>

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Applied Magnetic Resonance (AMR) 52 No. 7, pp.769-780 (2021)
2. Newest Updates in Physical Science Research, vol.15, chapter 14, pp. 145-152 (2021)

4) გვერდების რაოდენობა

1. 12 გვ.
2. 7 გვ.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. შემუშავებულია „სპინ ტრიპლეტური მდგომარეობების (სტმ) ინვერტირებული გადასვლა „რეზონატორი“ ბმული სისტემიდან სუფთა ზეგამოსხივების (ზგ) თეორია იმ შემთხვევისთვის, როცა ამ გადასვლის მაგნიტური რეზონანსის ხაზის სიგანე უფრო ნაკლებია ვიდრე რეზონატორის გამტარობის სიგანე. ამ სტმ გადასვლის მაგნიტური რეზონანსი აღწერილია ერთგადასვლიანი ოპერატორების დახმარებით. სპინების საწყისი მდგომარეობა ნავარაუდევია არაკოჰერენტულად. სპინებისა და რეზონატორის ურთიერთქმედება განხილულია ნახევრადკლასიკური მოდელის ჩარჩოებში. თუ საწყისი უარყოფითი პოლარიზაცია სპინების არის ზღურბლის ზემოთ, მაშინ ეს ურთიერთქმედება იწვევს სპინების კოჰერენტულ მოძრაობას და დაყოვნებული გამოსხივების იმპულს რეზონატორიდან, რომლის სიმძლავრე პროპორციულია გამომსხივებლების რიცხვის კვადრატის - ე.ი. სუფთა ზეგამოსხივებას. ზგ პარამეტრები გამოთვლილია: იმპულსის სიმძლავრის დროზე დამოკიდებულება, დაყოვნების დრო, იმპულსის სიგანე, რეზონატორის სიმძლავრის დამოკიდებულება რეზონატორის სიხშირის გადასვლის რეზონანსული სიხშირის მიმართ აშლაზე. მიღებული შედეგები არის ხარისხობრივ და რაოდენობრივ თანხვედრაში კ-ტერფენილში ფოტოაღზნებული პენტაცენის მოლეკულებზე ჩატარებულ ექსპერიმენტთან.

2. კვლევის მიზანს წამოადგენდა სპინ ტრიპლეტური მდგომარეობების (სტმ) როგორც რეგულარული, ისე არარეგულარული დინამიკის შესწავლა ცვლად მაგნიტურ ველთან ერთ-მაგნონური და მესერთან ერთ-ფონონური ურთიერთქმედებების შემთხვევაში. ანალიტიკურად გამოკვლეულია მოლეკულური მონოკრისტალების სტმ-ების ანიზოტროპული რეგულარული დინამიკა ნულოვან მუდმივ და სუსტ ცვლად მაგნიტურ ველებში (ცვლადი ველის სისუსტე ნიშნავს, რომ ადგილი არ აქვს გაჯერებას სტაციონალურ შემთხვევაში და ნუტაციას იმპულსური ეპრ-ის დროს), როდესაც ისინი მიმართულია მოლეკულური

დერძების გასწვრივ. ნიმუშის დამაგნიტების თავისუფალი მოძრაობისთვის მიღებული იქნა განტოლებები, რომლებიც აღწერენ მის წრფივ რხევას იმ მოლეკულური დერძის გასწვრივ, რომლის გასწვრივაც შეიქმნა მისი არანულოვანი საწყისი მნიშვნელობა. მიღებული იქნა ცვლადი ველის მიმართ სტაციონალური დინამიური ამთვისებლობის ტენზორი. სტმ-ზე მოკლე მიკროტალღური იმპულსით ზემოქმედების შედეგი ანალიტიკურადაა აღწერილია, რომელიც შეიცავს პერიოდულ დამოკიდებულებას როგორც იმპულსის ხანგრძლივობაზე, ასევე მის აშლაზე. ელექტრონების სპინ-მესერული რელაქსაციის (სმრ) ანიზოტროპული არარეგულარული დინამიკა მისი ერთ-ფონონური მექანიზმის შემთხვევაში გამოკვლეულია ფონონების ტემპერატურის მიმართ მაღალტემპერატურული მიახლოების გარეშე. სტმ ცალკეული გადასვლებისთვის გამოთვლილია სმრ სიჩქარეები; შესაბამისი სმრ ალბათობები ჩაწერილია სახით, რომელიც ითვალისწინებს მესერის ფრაქტალურ განზომილებას  $d$ -ს. ანალიტიკური შედეგები  $d = 4/3$  -თვის კარგ შესაბამისობაშია რიბონუკლეაზა T1-ში ჩაფლული ტრიპტოფანის სტმ-ზე არსებულ ექსპერიმენტალურ მონაცემებთან.

## 8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 8.1. საქართველოში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. ლ.მწარიაშვილი, ე. თულაშვილი, მ. ჩხაიძე, ი. ამბოკაძე, ბ. კვიციანი, თ. ქამუშაძე, **მ. მეცხვარიშვილი**.

#### 2) მოხსენების სათაური

1. ნიადაგური რადონის კვლევა თბილისისა და ქართლის არტეზიულ აუზებში.

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. პროფესორ ვიქტორ ერისთავის 80 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო - ტექნიკური კონფერენცია „გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება“. თბილისი 11-12 ნოემბერი, 2019. თეზისები.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

### 8. 2. უცხოეთში

#### 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. **M.R. Metskhvarishvili**, I.R. Metskhvarishvili, T.E. Lobzhanidze, G.N. Dgebuadze, B.G. Bendeliani, M.Sh. Rusia, G.R. Giorganashvili, V.M. Gabunia

#### 2) მოხსენების სათაური

1. Comparative Study of Tl-1223 Superconductors Prepared by the Sol-Gel Route and Solid-State Reaction

#### 3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. **II International Advanced Study Conference on Condensed Matter & Low Temperature Physics, CM&LTP-2021**, June 6-12, 2021, Kharkiv, Ukraine, **Online Conference**.

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

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

## კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

### 2021 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

1.1 კოლხური ბიო ღვინისა და ბიო ალკოჰოლიანი სასმელების ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოკვლევა

- კოლხური ნატურალური ცქრიალა ღვინის ტექნოლოგიის გამოკვლევა

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბადათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი -პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე;

ძირითადი პერსონალი:

- ე. უთურაშვილი - მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი;
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი;
- ე. კალატოზიშვილი - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი ;
- მ. დემენიუკი - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი;
- ი. კვეციანი - დოქტორანტი, ინჟინერი.

**ანოტაცია:** მსოფლიო ბაზარზე ბოლო წლებში ჩნდება სულ უფრო მეტი ნატურალური ცქრიალა ღვინოები, რომლებიც შექმნილია ვინიფიკაციის პროცესში ადამიანის მინიმალური ჩარევით. ესაა გაუფილტრავი, ნალექიანი ცქრიალა ღვინოები, რომლებიც არ შეიცავენ გარედან შეტანილ გოგირდის დიოქსიდს. ცქრიალა ღვინის დაყენების ეს მეთოდი გამოგონებულ იქნა კლასიკური და ახლა უკვე ყველასთვის ნაცნობი შამპანური ღვინოების გამოჩენამდე. ეს ახალი მეთოდი არ საჭიროებს ძვირადღირებულ ტექნოლოგიურ აღჭურვილობას, ამიტომ თითქმის ყველა ფერმერულ

მეურნეობას შეუძლია ამ სასმელის წარმოება, შამპანურისგან განსხვავებით. ამასთან, ნატურალობის გამო, ნატურალური ცქრიალა ღვინოების ღირებულება მერყეობს 35-45 აშშ დოლარის ზღვრებში. ცქრიალა ღვინოების ამ ჯგუფს განეკუთვნება ე.წ. პეტნატის ღვინოები.

პეტნატი - ესაა ცქრიალა ღვინოები, რომლებიც დამზადებულია ტკბილის ერთჯერადი ფერმენტაციით, რომელიც იწყება სადულარ ჭურჭელში და მთავრდება ბოთლში. *მთავარია ღვინომასალის ჩამოსხმის მომენტის დადგენა - ღვინო ბოთლში გადააქვთ, როდესაც შაქრის ნარჩენი რაოდენობა მიაღწევს 15%-ს ან ოდნავ ნაკლებს, ღვინოს ჩამოსახამენ ბოთლებში მასში გოგირდის დამატების გარეშე, და აქ, ბოთლშივე, გრძელდება ფერმენტაცია. ფერმენტაციის პროცესში წარმოქმნილი ნახშირორჟანგი წარმოქმნის შიგა წნევას. ღვინის სიმაგრე მერყეობს 7,5-13%-ის ზღვრებში.*

ბიო ღვინისაგან განსხვავებით, აქ არანაირი სპეციალური მოთხოვნები არ წაყენება არც ყურძნის ჯიშს და არც მისი მოყვანისა და გადამუშავების ტექნოლოგიებს.

როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, პეტნატი ეს არის ცქრიალა ღვინის წარმოების ხერხი, რომელიც ბევრად უფრო ადრე იყო გამოგონილი (1531 წელს) მე-18 საუკუნეში გამოგონილ შამპანურის ტექნოლოგიასთან შედარებით, და დღეს ფრანგული მეღვინეობა უბრუნდება ნატურალური ცქრიალა ღვინის წარმოების ტექნოლოგიას. ამასთანა დაკავშირებით ხაზი გვინდა გავუსვათ იმას, რომ ნატურალურ ცქრიალა ღვინოების შესახებ ჰომეროსი თავის ილიადაში ჯერ კიდევ ჩვ.წ.ა. მე-10 საუკუნეში წერდა: “კოლხები აწარმოებენ ცქრიალა და სურნელოვან ღვინოებს”. ანუ ცქრიალა ღვინოების სამშობლო საქართველოა და არა საფრანგეთი, ამდენად სამარცხვინოა, რომ ჩვენ დღეს ვერ ვაცნობთ მსოფლიოს ჩვენი წინაპრების მონაპოვარს.

უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ პეტნატის ღირებულება აღწევს 40-45 აშშ დოლარს, მაშინ როდესაც ქართული თეთრ ღვინის ღირებულება არ აღემატება 2-2,5 დოლარს. ანუ სახეზეა დარგის პოტენციალი, რომელიც მნიშვნელოვნად გაზრდის ქვევრის ღვინის საექსპორტო შესაძლებლობებს. არ შეიძლება არ გავამახვილოთ ყურადღება იმაზეც, რომ ძველი კოლხური ტექნოლოგიით დამზადებული ცქრიალა ღვინოები ბევრად უფრო მაღალი ხარისხისაა ფრანგულ პეტნატებთან შედარებით თუნდაც იმიტომ, რომ ქართული ტექნოლოგიის სპეციფიურობიდან გამომდინარე (ტკბილის დადუღება და შემდგომი დავარგება დურდოზე), ქართული ცქრიალა ღვინოები წარმოადგენენ დაწმენილ, დაწკრიალუბულ არომატულ ღვინოებს.

ამდენად, ქართული მეღვინეობა უნდა განვითარდეს არა ბიო ღვინის მიმართულებით, არამედ კოლხური ცქრიალა ღვინოების წარმოების დანერგვის გზით, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის ქვეყნის საექსპორტო შესაძლებლობებს.

მიმდინარე წლის ანგარიშში მოყვანილია მონაცემები, რომლებიც ასახავენ წითელი ღვინის დაყენებისას მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური გარდაქმნებს შესწავლილია ისეთი მაჩვენებლების შემცველობის დინამიკა, როგორებიცაა ეთილის სპირტის, ექსტრაქტი, ფენოლური ნაერთები, მინერალური ნივთიერებები და ა.შ.

გამოკვლევები გრძელდება.

## 1.2 ციტრუსოვანთა ნაყოფების გადამუშავების ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოკვლევა

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*



2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები  
1. 2018-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბალათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი -პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე;

ძირითადი პერსონალი:

- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- ე. კალატოზიშვილი - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**ანოტაცია:** საქართველოში ყოველწლიურად გროვდება 20-30 ათასი ტონა მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფები, რომლებიც არაეფექტურად გამოიყენება (წვენის კონცენტრატის მიღება) ან საერთოდ არ გამოიყენება და იყრება.

ინსტიტუტში მიმდინარეობს კვლევითი სამუშაოები აღნიშნული მეორადი ნედლეულის გადამუშავების რაციონალური ტექნოლოგიის დასადგენად.

წინასწარი გამოკვლევებით ჩვენს მიერ დადგენილ იქნა, რომ მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფები შეიძლება გამოყენებული იქნეს სამი ახალი პროდუქტის მისაღებად. ესენია: მანდარინის პასტა,მანდარინის ჰიდროლატი და მანდარინის ეთეროვანი ზეთი. 1 ტონა მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფების ახალი, ინოვაციური სქემით გადამუშავებისას ჯამში მიიღება ათი ათასი ლარის ღირებულების პროდუქცია, ნაცვლად დღეს არსებული 1000 ლარის ღირებულების მანდარინის კონცენტრირებული წვენისა. ამდენად, ახალი ტექნოლოგიის სამრეწველო მასშტაბით ათვისება მნიშვნელოვნად გაზრდის წარმოების რენტაბელობას, წარმოება არის მთლიანად უნარჩენო და გამორიცხავს გარემოს დაბინძურებას წვენის წარმოების წარმოშობილი ნარჩენებით. რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, დღეს არსებული 20 თეთრისა იქმნება იმის შესაძლებლობა, რომ ფერმერს გადაუხადოთ 2 ლარი. და ამას აქვს დიდი სოციალური მნიშვნელობა. ხაზგასასმელია ისიც, რომ აღნიშნული 20 თეთრიდან ყოველ ერთ კილოგრამ მანდარინის არასტანდარტულ ნაყოფებში სახელმწიფო დოტაციის სახით იხდის ათ თეთრს, და ამდენად ასევე გამოირიცხება სახელმწიფო ბიუჯეტიდან დოტაციის სახით სახსრების გაღების აუცილებლობა.

1) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით

**1.3 გამოკვლევულ იქნას უწიპწო დურდოს დადუღების გავლენა თეთრი და წითელი კახური ტიპის ღვინოების ხარისხზე**

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

## 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

## 1. 2020-2025წელი

## 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბალათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი -პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე;

## ძირითადი პერსონალი:

- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**ანოტაცია:** ყურძნის ცალკეულ ნაწილებში არსებული ფენოლოური ნაერთები სხვადასხვა გავლენას ახდენს ღვინის ხარისხზე. კერძოდ, კლერტისა და წიპწის ტანინები ღვინოს სძენს სიმწარეს. ყურძნის კანზე დადუღებული ღვინოები ხასიათდება სირბილითა და ხავერდოვნებით, რადგანაც, წიპწისაგან განსხვავებით, კანში მოიპოვება კონდენსირებული ტანინები, რომლებიც დადებით გავლენას ახდენენ ღვინის ხარისხზე.

პირველად მეღვინეობის პრაქტიკაში დასმული იქნა საკითხი ყურძნის კახური წესით დადუღებისას წიპწის მოშორების გავლენის დასადგენად თეთრი და წითელი ღვინის ხარისხზე. ახალი ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდეს კახური ტიპის ღვინოების ხარისხი და მათი კონკურენტუნარიანობა მსოფლიო ბაზარზე. აქ ხაზი უნდა გაესვას იმას, რომ დღეს ნაკლებია მოთხოვნილება კახურ ღვინოებზე იმასთან დაკავშირებით, რომ ჭაჭაზე დადუღებული ღვინოები, როგორც უცხოელმა ექსპერტებმა აღნიშნეს, წარმოადგენენ ბრტყელ უსახო ღვინოებს, წარმოების პროცესში დაჟანგვის ეტაპის არსებობის გამო. ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ახალი ტექნოლოგია ითვალისწინებს წიპწაგაცილილი დურდოს დადუღებას ანაერობულ პირობებში, რაც გამორიცხავს ღვინის დაჟანგვას მიზნობრივი პროდუქტი ხასიათდება მკვეთრად გამოხატული ჯიშური არომატით და ლიმონის ფერის შეფერილობით.

## 1.4 გამოკვლეულ იქნას კახური ტიპის ახალგზრდა ღვინოების დამზადების ტექნოლოგია

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

## 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

## 1. 2020-2025წელი

## 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ. ებელაშვილი - სამეცნიერო ხელმძღვანელი -პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე;

ძირითადი პერსონალი:

- ე. უთურაშვილი- მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი
- ი. კეკელიძე - დოქტორანტი, ინჟინერი.

**ანოტაცია:** ახალგაზრდა ღვინოები ჩამოსხმება რთველის ჩატარების წლის იანვრის თვემდე. ასეთი ღვინოები საფრანგეთში ცნობილია როგორც „ბოჟოლე ნუვო“-ს ტიპის ღვინოები, რომლებზედაც მოთხოვნილება ბოლო წლებში მკვეთრად გაიზარდა ევროპასა და ამერიკაში.

პირველად მეღვინეობის პრაქტიკაში დასმული იქნა საკითხი ქართული ტიპის ახალგაზრდა ღვინოების მისაღებად თეთრი და წითელი ჯიშის ყურძნებიდან.

წინასწარი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ახალგაზრდა ღვინოები (როგორც თეთრი ასევე წითელი) წარმოადგენენ უხემ, არაფორმირებულ პროდუქტს. აღნიშნული ნაკლი შეიძლება გამოსწორებულ იქნას ყურძნის დურდოდან წიპწის მოშრებით. ამდენად, ახალგაზრდა ღვინოების ტექნოლოგიაში ჩვენს მიერ პირველად იქნა ჩართული დამატებითი ტექნოლოგიური ოპერაცია- წიპწის მოშორება ალკოჰოლური დუდილის პროცესის დაწყების წინ. ასევე შემუშავებულ იქნა წიპწის მოსაშორებელი დანადგარ მოწყობილობების პრინციპიალური ტექნოლოგიური სქემა.

### 1.5 ჭაჭის არყის წარმოების ახალი ტექნოლოგიის გამოკვლევა

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*  
*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2019-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- **ნუგზარ ბაღათურია** თემის ხელმძღვანელი პასუხისმგებელია, როგორც პროექტის სამეცნიერო შედეგებზე, ისე პროექტით გათვალისწინებული საქმიანობის ანგარიშგებაზე.

ძირითადი პერსონალი:

- დოდო კალატოზიშვილი -ლაბორატორიული გამოკვლევების ჩატარება;
- ნატი ხერხეულიძე --ლაბორატორიული გამოკვლევების ჩატარება;
- მარიამ ლოლაძე - ტექნოლოგიური გამოკვლევები;
- გოგი გრიგალაშვილი - ტექნოლოგიური გამოკვლევები.

**ანოტაცია :** ქართული ყურძნისეული წარმოშობის სასმელის - ჭაჭის არყის ხარისხის გაუმჯობესებისა და კონკურენტუნარიანობის ამაღლების მიზნით, ინსტიტუტში დამუშავებულია პრინციპულად ახალი ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს დისტილატის მიღებას დურდოზე დადუღებული ტკბილის ღვინომასალისაგან.

გამოკვლეულია აქროლადი კომპონენტების დისტიკატში გადასვლის დინამიკა კახური წესით დადუღებული თეთრი ყურძნის ჭაჭის გამოხდისას. ნაჩვენებია ეთილის სპირტისა

და მინარევების გადასვლის თავისებურებანი გამოხდის პროცესში. შერჩეულია ყურძნის ბრენდის სპირტის გამოხდის ოპტიმალური ტექნოლოგიური რეჟიმი, დადგენილია თავნახადი, შუანახადი და ბოლონახადი ფრაქციების ქიმიური შედგენილობები.

**1.6 საქართველოს სანელებელ-არომატული ნედლეულის ბაზაზე დამუშავდეს მოხარული ძეხვეულის წარმოებისთვის სანელებლების კომპოზიცია, მისი დამზადების და გამოყენების ტექნოლოგიები**

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2019-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნაზი ალხანაშვილი - სამეცნიერო ხელმძღვანელი
- შემსრულებელი - მეცნიერ თანამშრომელი - მათა დემინიუკი

**ანოტაცია:** 2020 წელს ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მოხარული ძეხვეულისთვის კომპოზიციის შესადგენად შერჩეული იქნა საქართველოში ტრადიციულად წარმოებადი და ფართოდ გავრცელებული სანელებლები; ქინზისთესლი, წითელიჭოტოსანი წიწაკა, უცხოსუნელი, ოხრახიშის თესლი, ნიახურისთესლი, კამისთესლი, დაფნის ფოთოლი, კლასიკური სანელებლებიდან კი შერჩეული იქნა ჯავზი.

**1.7 ქართული ვისკის წარმოების ტექნოლოგიის მეცნიერული საფუძვლების გამოკვლევა**

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბაღათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი
- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემინიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**ანოტაცია:** ინსტიტუტში მუშავდება თეთრი ვისკის წარმოების ტექნოლოგია. თეთრი ვისკი ბოლო წლებში პოპულარობით სარგებლობს ამერიკის შეერთებულ შტატებში. ტექნოლოგიის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ საბოლოო პროდუქტი მიიღება მარცვლოვანი კულტურების

დისტილატის გასუფთავებით. მიღებული თეთრი დისტილატი წარმოადგენს საბოლოო პროდუქტს.

ჩვენ მიერ შემოთავაზებული ტექნოლოგია გულისხმობს არომატიზირებული თეთრი ვისკის წარმოებას. არომატიზატორებად გამოყენებულია ნატურალური ეთეროვანი ზეთები. მიმდინარეობს ქართული ჯიშის სიმინდისა და ხორბლისგან დისტილატების მიღება და მათი ქიმიური შედგენილობების დადგენა.

### **1.8 ფენოლური ანტიოქსიდანტებით გამდიდრებული წითელი ნახევრადტკბილი ღვინოების დამზადების ინოვაციური ტექნოლოგიის გამოკვლევა**

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები  
სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

#### 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

#### 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბადათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ძირითადი პერსონალი:

- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**ანოტაცია:** ფენოლური ნაერთების კონცენტრაციის გაზრდის მიზნით, წითელი ნახევრადტკბილი ღვინის საცდელი ნიმუშების დასამზადებლად, პირველად ჩვენ მიერ იყო გამოყენებული ტექნოლოგიური ხერხები ცალ-ცალკე და კომბინირებულად: ალკოჰოლური დუღილის ჩატარების წინ, დურდოდან ტკბილის სხვადასხვა ნაწილის მოკვება; დურდოს გაცხელება.

### **1.9 მეცნიერების განვითარების სტრატეგიის შემუშავება კვებისა და გადამამუშავებელ მრეწველობაში**

#### 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

#### 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბაღათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ძირითადი პერსონალი:

- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**ანოტაცია:** ლიტერატურაში არსებული მონაცემების მიმოხილვა უფლებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ:

- მეცნიერების სფერო საქართველოში სახელმწიფოსთვის ნაკლებად პრიორიტეტულია;
- მეცნიერების სისტემის სახელმწიფო მართვის სტრუქტურა არ შეესაბამება საერთაშორისო პრაქტიკით მიღებულ მოდელს;
- სამეცნიერო ინფრასტრუქტურის ოპტიმიზაციის სტრატეგიული ხედვა არ არსებობს, რეაბილიტაციის ღონისძიებები არასაკმარისია;
- ინტეგრაციის ჩარჩო და მიზნები განსაზღვრული არ არის; ამ პროცესის შედეგად მიღებული სინერჯის ეფექტი უმნიშვნელოა;
- სამეცნიერო საქმიანობის მონიტორინგი და შეფასების სისტემა არ არსებობს.

### 1.10 კვების მრეწველობის ნარჩენებიდან ეთეროვანი ზეთებისა და ბიოაქტიური ექსტრაქტების წარმოების მოწყობა თეთრიწყაროს რაიონში

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბაღათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი -პასუხისმგებელია

ძირითადი პერსონალი:

- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**ანოტაცია:** საქართველოში ყოველწლიურად გროვდება 60 ათასი ტონა ყურძნის გადამუშავების ნარჩენები, 40 ათასი ტონა მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფები, ეთერ-ზეთოვანი დაფნის გადამუშავების ნარჩენები. ყველაფერი ეს წარმოადგენს ბიოაქტიური ნივთიერებებით გამდიდრებულ მეორად ნედლეულს.

პროექტი ითვალისწინებს გამოუყენებელი რეზერვის მდგომარეობაში არსებული მეორადი ნედლეულიდან კონკურენტუნარიანი პროდუქციის მიღებას მედიცინისა და პარფუმერულ-კოსმეტიკური მრეწველობისათვის.

### 1.11 კვებისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის ინოვაციური განვითარების ძირითადი მიმართულებების გამოკვლევა საქართველოში

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბალათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი -პასუხისმგებელია

ძირითადი პერსონალი:

- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**ანოტაცია:** ბოლო წლებში ინსტიტუტში ჩატარებულ გამოკვლევებზე დაყრდნობით დამუშავდა საქართველოს კვებისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის ინოვაციური განვითარების ძირითადი მიმართულებები

ქვემოთ მოყვანილია ცალკეული დარგების ინოვაციური განვითარების პერსპექტივები.

*კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1. კოლხური ბიო ღვინისა და ბიო ალკოჰოლიანი სასმელების ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოკვლევა

- კოლხური ნატურალური ცქრიალა ღვინის ტექნოლოგიის გამოკვლევა

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

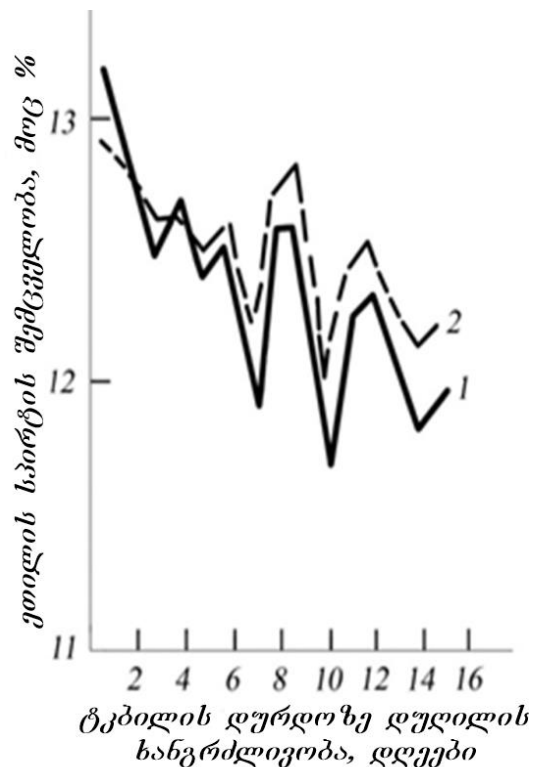
3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბალათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი -პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე;

ძირითადი პერსონალი:

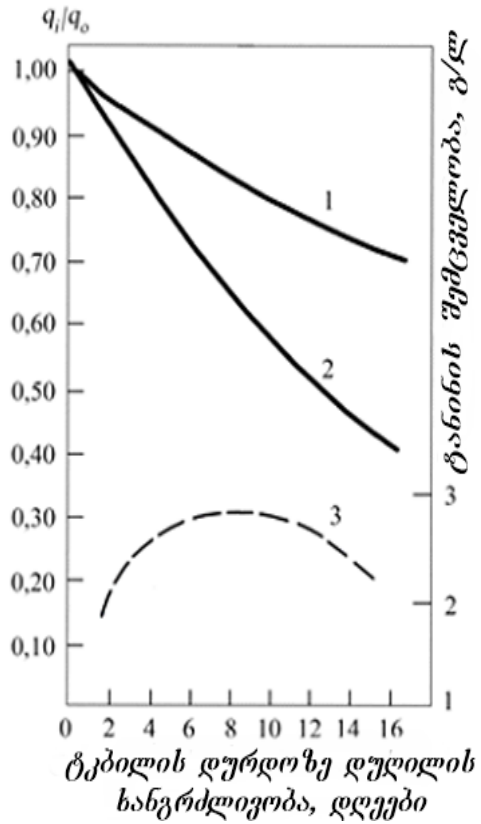
- ე. უთურაშვილი - მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი;
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი;
- ე. კალატოზიშვილი - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი ;
- მ. დემენიუკი - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი;
- ი. კველიძე - დოქტორანტი, ინჟინერი.

**გამოკვლევის შედეგები:** ქვემოთ მოყვანილია ქართული ტიპის წარმოებისას მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური გარდაქმნების ამსახველი მრუდები საფერავის ჯიშის ყურძნის გადამუშავებისას.



ნახ.1.1. ეთილის სპირტის შემცველობის დინამიკა ღვინომასალების მიღებისას მადულარი მასის არებისა (1) და არევის გარეშე (2) მიმდინარე ალკოჰოლური დუღილის პროცესებში

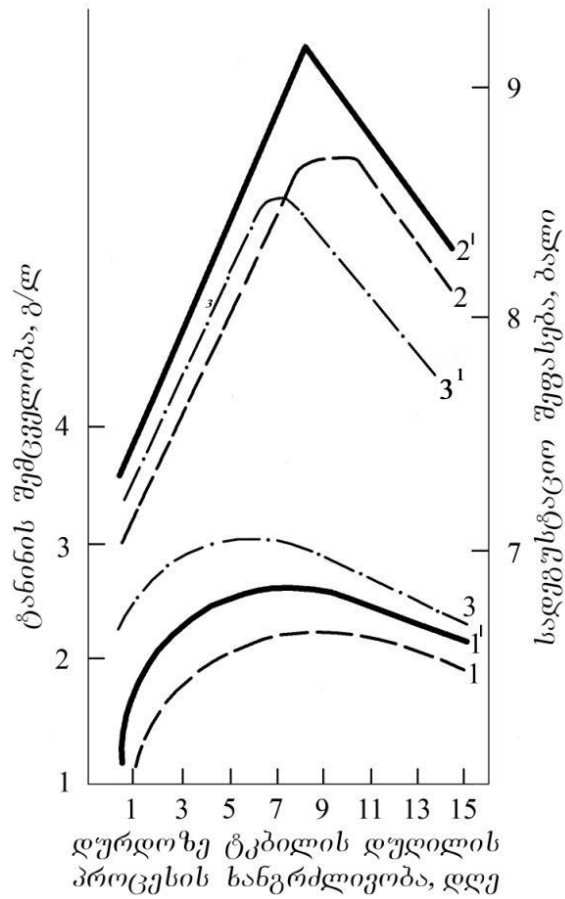




ნახ.1.2. ტანინის შემცველობის ცვლილებები საფერავის ჯიშის ყურძნის მარცვლის კანში (1) , წიპწასა (2) და მადულარ ტკბილში (3), დურდოზე ალკოჰოლური დუღილის მიმდინარეობის პროცესში

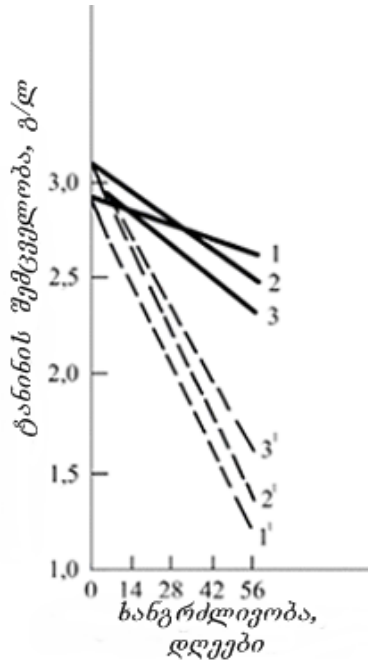
$q_i$  – ტანინის ნარჩენი რაოდენობა ნედლეულში დროის  $t$  მომენტში

$q_0$  – ტანინის საწყისი შემცველობა ნედლეულში

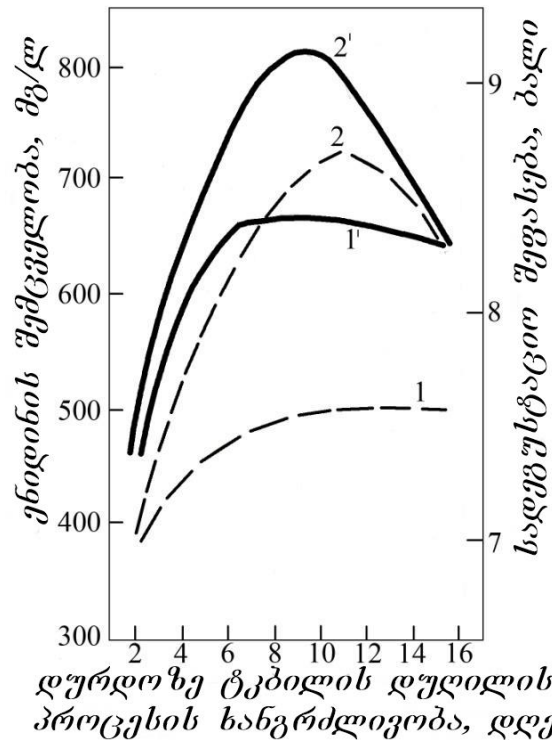


ნახ.1.2. ღვინომასალეზა და ღვინოებში ტანინის შემცველობისა და სადეგუსტაციო შეფასების მაჩვენებლების დინამიკა, მათი მიღებისას მადულარი მასის არევისა (—) და არევის გარეშე (---) მიმდინარე ალკოჰოლური დუღილის პროცესებში

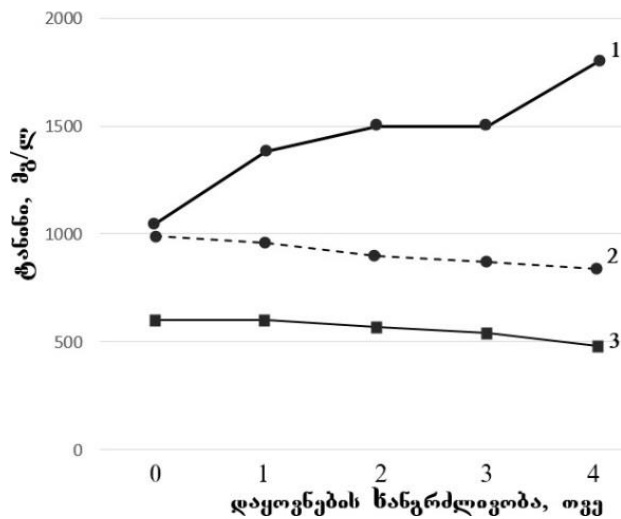
1,11 – ტანინის შემცველობა ღვინოში; 2,21 – ღვინის სადეგუსტაციო შეფასება;  
3 – ტანინის შემცველობა ღვინომასალაში; 31 – ღვინომასალის სადეგუსტაციო შეფასება



ნახ.1.3. საფერავის (1, 11), რქაწითლისა (2, 21) დაკახური მწვანეს (3, 31) ჯიშის ყურძნების დადუღებულლვინომასალებში ტანილის რაოდენობრივი შემცველობის ცვლილებები, მათი ღურდოზე (---) და ღურდოსგარეშე (—) დაყოვნებისას



ნახ.1.4. ღვინოში ანტოციანების შემცველობისა (1, 11) და სადეგუსტაციო შეფასების (2, 21) მაჩვენებლების დინამიკა, მისი მიღებისას ღურდოს მადულარი მასის არევისა (—) და არევის გარეშე (---) მიმდინარე ალკოჰოლური დუღილის პროცესებში



**ნახ.1. 5. ტანინისშემცველობისდინამიკავეროპული (ე) კახური (კ) და იმერული (ი) ტიპის ღვინომასალებშიქვევრშიდავარგებისას**

*0 – ახლადდადუღებულიღვინომასალა; I – ღვინომასალადავარგების 1 თვისშემდეგ; II – დავარგების 2 თვისშემდეგ; III – დავარგების 3 თვისშემდეგ; IV – დავარგების 4 თვისშემდეგ*

წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საქართველოს პირობებში ალკოჰოლური დუღილის პროცესი მიმდინარეობს ძალიან სწრაფად და რთულია იმ მომენტის დაჭერა, როდესაც შაქრიანობა დავა 15%-მდე. რაც მთავარია, მე-2, მე-3 დღეს, როდესაც სპირტიანობა აღწევს 12-13%-ს, წითელი ღვინო ვერ აღწევს თავის მაქსიმალურ მაჩვენებლებს. ეს ხდება მხოლოდ ალკოჰოლური დუღილის დაწყებიდან მე-9, მე-10 დღეს, ამასთან დაკავშირებით როგორც წითელი, ასევე კახური წესით თეთრი ყურძნის გადამუშავებისას მიზანშეწონილია ბოლომდე დადუღდეს ღვინო (ქვევრში ან მიწისზედა სადულარ ჭურჭელში), დადუღებული ღვინომასალა ჩამოსხას ბოთლებში, დაემატოს მას ყურძნის ტკბილი და საფუარი, და უკვე აქ დასრულდეს ღვინის დაყენება 2-9 თვის მანძილზე.

გამოკვლევები გრძელდება.

## 2,2 ციტრუსოვანთა ნაყოფების გადამუშავების ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოკვლევა

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

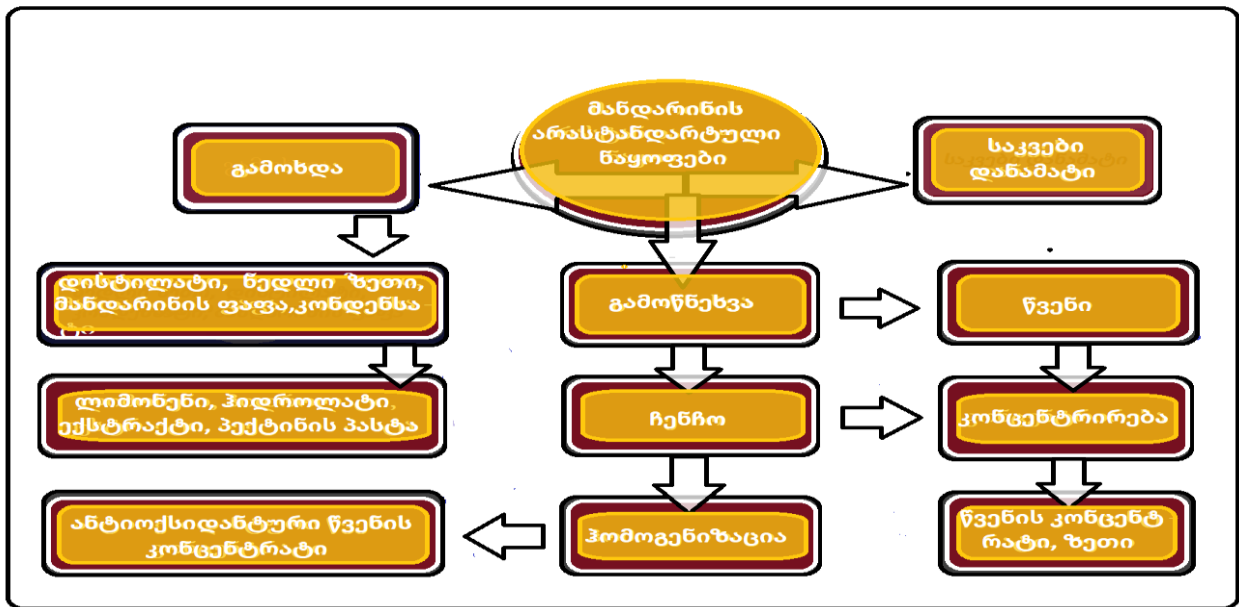
- ნ.ბალათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი -პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე;

ძირითადი პერსონალი:

- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- ე. კალატოზიშვილი - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**გამოკვლევის შედეგები:** 2021 წელს გაგრძელდა გამოკვლევები მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფებიდან ახალი პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიის დამუშავების საკითხებზე. მიმდინარეობს მიღებული პროდუქტების ქიმიური შედგენილობის გამოკვლევა.

ქვემოთ ნაჩვენებია მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფების კომპლექსური გადამამუშავების ტექნოლო-გიური პროცესის სქემა



**ნახ.2.1. მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფების კომპლექსური გადამამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა**

2021 წელს მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფებიდან მიღებულ იქნა 3 ახალი პროდუქტი: მანდარინის დისტილაციური ზეთი, მანდარინის ჰიდროლატი და მანდარინის პასტა.

გრძელდება სამუშაოები მანდარინის პასტის გამოსაყენებლად პურისა და პურპროდუქტების წარმოებაში.

## 2,3 გამოკვლეულ იქნას უწიპწო დურდოს დადუღების გავლენა თეთრი და წითელი კახური ტიპის ღვინოების ხარისხზე

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

### 2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

#### 1. 2020-2025წელი

### 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბალათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი -პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე;

ძირითადი პერსონალი:

- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**გამოკვლევის შედეგები:** კვლევის ობიექტად გამოყენებულ იქნა ქართული თეთრი სამრეწველო ჯიშის ყურძნები - „რქაწითელი“ და „მანავის (კახური) მწვანე“ და წითელი ჯიშის ყურძენი - „საფერავი“. ცხრილში 3.1 ნაჩვენებია რქაწითელის უწიპწო და წიპწიან დურდოზე დადუღებული თვითნადენი და ნაწნები ფრაქციების ქიმიური შედგენილობები. დადგენილ იქნა, რომ წიპწაზე დადუღებული ღვინოს სიუხემეს სძენს ლეიკოან-ტოციანების და სხვა მონომერული ფენოლების შემცველობა. როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, ლეიკოანტოციანების შემცველობა მეტია წიპწაზე დადუღებულ ღვინოებში. ამასთან, ლეიკოანტოციანების შემცველობა იმდენად მცირეა რქაწითელის ღვინოებში, რომ წიპწის მოშორება დურდოდან მნიშვნელოვან გავლენას ვერ ახდენს ღვინის ხარისხზე.

ცხრილი 3.2-ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ წითელ ღვინოებში გაცილებით უფრო მეტი რაოდენობითაა წარმოდგენილ ლეიკოანტოციანები, და ამდენად ეს ნივთიერებები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ღვინის ხარისხზე.

## ცხრილი 3.1

წიპწიან და უწიპწო ღურღოზე დადუღებული ღვინოების ქიმიური შედგენილობები

ნიმუში		რქაწითელი			
		ნიმუში 1 (წიპწით); ნიმუში 2 (უწიპწო)			
გამოსაცდელი მაჩვენებლების დასახელება და ერთეულები		ნიმუში 1 თვითნადენი	ნიმუში 2 თვითნადენი	ნიმუში 1 ნაწნები	ნიმუში 2 ნაწნები
1	ეთილის სპირტის მოც.წილი, %	11,2	10,32	10,9	9,92
2	ტიტრული მჟავების მასური კონცენტრაცია ღვინის მჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ <sup>3</sup> ,	4,125	4,87	4,8	5,6
3	აქროლადი მჟავების მასური კონცენტრაცია ძმარმჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ <sup>3</sup> ,	0,3	0,4	0,35	0,45
4	ფენოლური ნაერთები, გ/დმ <sup>3</sup> ,	2,28	1,6	2,8	1,8
5	ლეიკოანტოციანები, მგ/დმ <sup>3</sup>	55	კვალი	60,6	კვალი

## ცხრილი 3.2

წიპწიან და უწიპწო ღურღოზე დადუღებული ღვინოების ქიმიური შედგენილობები

ნიმუში		წითელი ღვინო			
		კასრი 1 (უწიპწო); კასრი 2 (წიპწით)			
გამოსაცდელი მაჩვენებლების დასახელება და ერთეულები		კასრი 1 თვიმნადენი	კასრი 2 თვითნადენი	კასრი 1 ნაწნები	კასრი 2 ნაწნები
1	ეთილის სპირტის მოც.წილი, %	12,08	12,08	12,09	12

2	ტიტრული მჟავების მასური კონცენტრაცია ღვინის მჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ <sup>3</sup> ,	5,7	5,7	6,15	6,15
3	აქროლადი მჟავების მასური კონცენტრაცია ძმარმჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ <sup>3</sup> ,	0,79	0,8	0,85	0,88
4	ფენოლური ნაერთები, გ/დმ <sup>3</sup> ,	3,36	3,7	3,8	4
5	ანტოციანები მგ/დმ <sup>3</sup>	317	456	317	430
6	ლეიკოანტოციანები, გ/დმ <sup>3</sup>	1	1,248	1,2	1,248

გამოკვლევები გრძელდება.

#### 2.4 გამოკვლევულ იქნას კახური ტიპის ახალგზრდა ღვინოების დამზადების ტექნოლოგია

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2020-2025წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ. ებელაშვილი - სამეცნიერო ხელმძღვანელი - პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე;

ძირითადი პერსონალი:

- ე. უთურაშვილი- მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი
- ი. კველიძე - დოქტორანტი, ინჟინერი.

**გამოკვლევის შედეგები:** ექსპერიმენტები ჩატარდა ინსტიტუტის ექსპერიმენტულ საამქროში. მიღებული ღვინის ნიმუშები ჩამოსხმულ იქნა მიმდინარე წლის დეკემბრის თვეში. ექსპერიმენტის შედეგები წარმოდგენილია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილებში.



## ცხრილი 4.1

ღვინის ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილებები რქაწითელის ახალგაზრდა ღვინის დაყენებისას

ნიმუში		ყურძნის ჯიში							
		რქაწითელი							
გამოსაცდელი მაჩვენებლების დასახელები და ერთეულები		28.10.20	14.11.20	28.11.20	10.12.20	10.01.21	15.02.21	17.03.21	30.07.2021
1	ეთილის სპირტის მოც.წილი, %	10,9	11,86	12,28	12,83	13,21	12,86	12,8	12,85
2	ტიტრული მჟავების მასური კონცენტრაცია ღვინის მჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ <sup>3</sup> ,	4,9	5,1	4,38	4,6	4,35	4,6	4,6	4,5
3	აქროლადი მჟავების მასური კონცენტრაცია ძმარმჟავაზე გადაანგარიშებით,გ/დმ <sup>3</sup> ,	0,32	0,3	0,35	0,36	0,3	0,3	0,3	0,3
4	ფენოლური ნაერთები, გ/დმ <sup>3</sup> ,	1,82	1,62	2,5	2,43	2,5	2,5	2,42	2,42
5	ლეიკოანიმოციანები, მგ/დმ <sup>3</sup>	30	25	32	35	15	38	40	40

სადეგუსტაციო შეფასება, ბალი	7	7,2	7,3	7,6	7,9	7,6	7,7	7,5
--------------------------------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

ცხრილებში 4.2-4.4 მოყვანილია კახური მწვანეს ჯიშის ყურძნის ღვინოების გამოკვლევის შედეგები (ერთი წლის მონაცემები). მიღებული მონაცემები ადასტურებენ იმ ფაქტს, რომ ამ ჯიშის თეთრი ყურძნის კახური ტექნოლოგიით გადამუშავებისას (ტკბილის დურდოზე დადუღება), წითელი ჯიშის ყურძნის - საფერავის მსგავსად, წიპწის დურდოში არსებობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ახალგაზრდა ღვინის ხარისხზე, ანუ წიპწაზე დადუღებისას მიიღება უხეში, მწარე ღვინო, მაშინ როდესაც უწიპწო დურდოზე დადუღებული ღვინო, ისევე როგორც ცალკე აღებული ტკბილის დადუღებით მიღებული ღვინოები ხასიათდება სირბილითა და ხვერდოვნებით, უხეში გემონაკრავის გარეშე.

წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კახური მწვანეს ჟიშის ყურძენი შესანიშნავი ნედლეულია მაღალხარისხოვანი ახალგაზრდა ღვინოების დასაყენებლად ყურძნის როგორც ევროპული, ასევე კახური ტექნოლოგიით გადამუშავებისას.

ცხრილი 4.2

ღვინის ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილებები კახური მწვანის ახალგაზრდა ღვინის დაყენებისას

ნიმუში		ნიმუში 7 (მანავის მწვანე უწიპწო)						
		თარიღი						
გამოსაცდელი მაჩვენებლების დასახელება და ერთეულები		13.11.2020	10.12.2020	10.01.2021	15.02.2021	17.03.2021	13.07.2021	21.07.2021
1	ეთილის სპირტის მოც.წილი, %	12,47	12,07	12,47	12,24	12,18	12,67	12,71
2	ტიტრული მჟავების მასური კონცენტრაცია ღვინის მჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ <sup>3</sup> ,	4,5	4,5	4,5	4,1	4,2	6,75	6,75
3	აქროლადი მჟავების მასური კონცენტრაცია ძმარმჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ <sup>3</sup> ,	0,32	0,35	0,3	0,3	0,32	0,9	0,9
4	ფენოლური ნაერთები, გ/დმ <sup>3</sup> ,	1,3	1,24	1,34	1,3	1,34	3	3,2
5	ლეიკოანტოციანები, მგ/დმ <sup>3</sup>	კვალი	34	37	კვალი	კვალი	52	60

## ცხრილი 4.3

ღვინის ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილებები კახური მწვანის ახალგაზრდა ღვინის დაყენებისას

ნიმუში		ნიმუში 8 (მანავის მწვანე წიპწით)						
		თარიღი:						
გამოსაცდელი მაჩვენებლების დასახელება და ერთეულები		13.11.2020	10.12.2021	10.01.2021	15.02.2021	17.03.2021	13.07.2021	21.07.2021
1	ეთილის სპირტის მოც.წილი, %	12,34	12,24	12,69	12,34	12,47	12,77	12,77
2	ტიტრული მჟავების მასური კონცენტრაცია ღვინის მჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ <sup>3</sup> ,	4,7	4,7	4,7	4,2	4,4	6,15	6,2
3	აქროლადი მჟავების მასური კონცენტრაცია ძმარმჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ <sup>3</sup> ,	0,35	0,37	0,35	0,32	0,32	0,95	0,95
4	ფენოლური ნაერთები, გ/დმ <sup>3</sup> ,	3,9	3,36	3,6	4	4	4,12	4,32
5	ლეიკოანტოციანები, მგ/დმ <sup>3</sup>	293,2	240	305	525,2	535,6	364	380

ღვინის ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილებები კახური მწვანის ახალგაზრდა ღვინის დაყენებისას

ნიმუში		ნიმუში 9 (მანავის მწვანე წვენი)					
		თარიღი:					
გამოსაცდელი მაჩვენებლების დასახელება და ერთეულები		13.11.2020	10.12.2020	10.01.2021	15.02.2021	17.03.2021	26.07.2021
1	ეთილის სპირტის მოც.წილი, %	12,57	12,67	12,77	12,77	12,96	13,06
2	ტიტრული მჟავების მასური კონცენტრაცია ღვინის მჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ <sup>3</sup> ,	4,35	4,35	4,35	4,35	5,7	4,87
3	აქროლადი მჟავების მასური კონცენტრაცია ძმარმჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ <sup>3</sup> ,	0,32	0,32	0,32	0,34	0,4	0,4
4	ფენოლური ნაერთები, გ/დმ <sup>3</sup> ,	1,77	1,77	1,7	1,77	1,8	1,8
5	ლეიკოანტოციანები, მგ/დმ <sup>3</sup>	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი

გამოკვლევები გრძელდება.

## 2.5 ჭაჭის არყის წარმოების ახალი ტექნოლოგიის გამოკვლევა

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2019-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

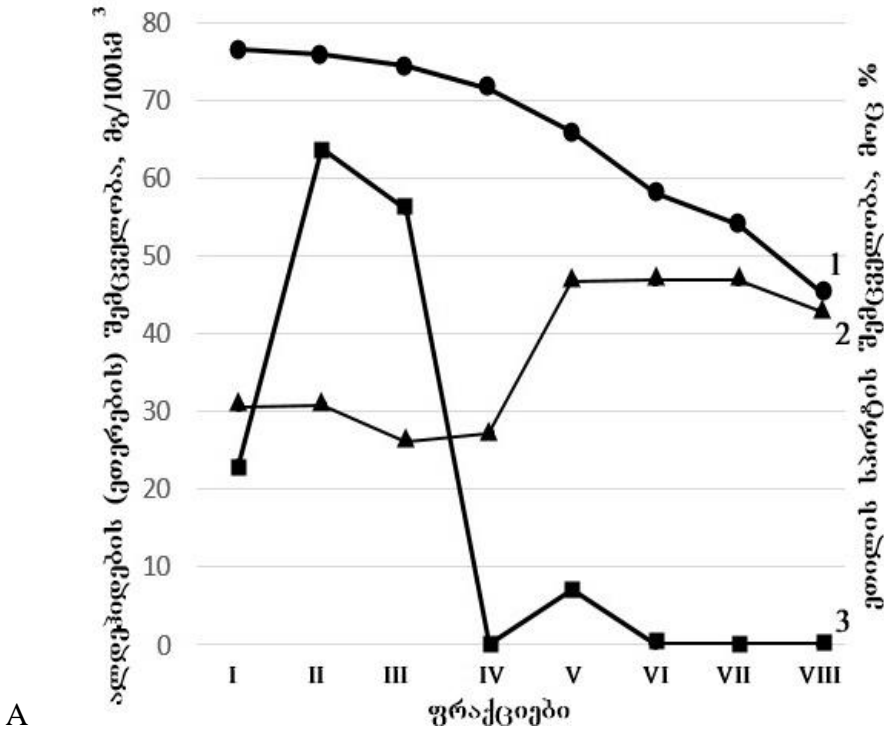
- ნუფზარ ზაღათურია თემის ხელმძღვანელი პასუხისმგებელია, როგორც პროექტის სამეცნიერო შედეგებზე, ისე პროექტით გათვალისწინებული საქმიანობის ანგარიშგებაზე.

ძირითადი პერსონალი:

- დოდო კალატოზიშვილი - ლაბორატორიული გამოკვლევების ჩატარება;
- ნატი ხერხეულიძე -- ლაბორატორიული გამოკვლევების ჩატარება;
- მარიამ ლოლაძე - ტექნოლოგიური გამოკვლევები;

გოგი გრიგალაშვილი - ტექნოლოგიური გამოკვლევები.

**გამოკვლევის შედეგები:** ნახ. 5.1-ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ეთილის სპირტის რაოდენობრივი შემცველობა კანონზომიერად მცირდება დისტილირებულ ფრაქციებში. რაც შეეხება მინარევებს – ალდეჰიდებსა და ეთერებს, მათი შემცველობის ამსახველი მრუდები არ ხასიათდება ერთგვაროვნებით, რაც მიუთითებს იმ ქიმიურ გარდაქმნებზე, რომლებიც მიმდინარეობს გამოხდის პროცესში სხვადასხვა ფაქტორების გავლენით.



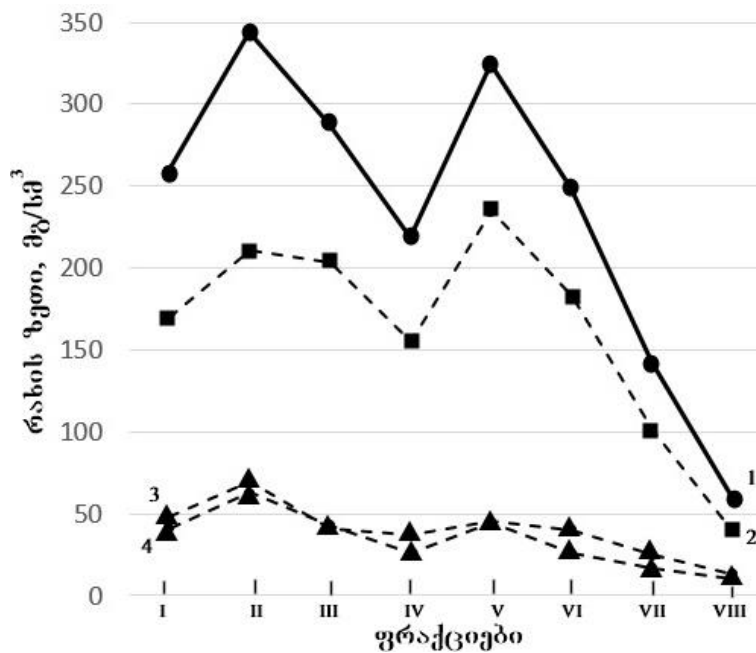
Nnax. 5.1. eTilis spirtisa da minarevebis Semcveloba sxvadasxva fraqciebSi WaWis distilatis gamoxdis procesSi

1 – eTilis spirti; 2 - aldehydebi; 3 - eTerebi

აქროლადი მინარევების დისტილატში გადასვლა დამოკიდებულია არა მხოლოდ დუღილის ტემპერატურაზე და კონცენტრაციაზე, არამედ წყალ-სპირტიან ხსნარებში მათ

ხსნადობაზე. ეს უკანასკნელი კი დამოკიდებულია ნედლი სპირტის ქიმიური შედგენილობაზე. ამასთან დაკავშირებით დურდოზე დადუღებული ტბილის ქიმიური შედგენილობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება ევოპული ხერხით დადუღებული ღვინის შედგენილობისაგან, ეს ფაქტორი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ღვინის დისტილატის ქიმიურ შედგენილობასა და თვისებებზე.

რახის ზეთი წარმოდგენილია იზოამილის, იზობუთილისა და ოქტილის სპირტებით. ამათგან ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს იზოამილის სპირტი. ნახ. 5.2.-ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ რახის ზეთის შემცველობა საწყის ფრაქციებში ჯერ იზრდება, შემდეგ მცირდება, აღწევს თავის მინიმალურ მნიშვნელობას, კვლავ გროვდება მე-5 ფრაქციაში, შემდეგ კანონზომიერად მცირდება და აღწევს მინიმალურ მნიშვნელობას ბოლონახად ფრაქციებში. იგივე კანონზომიერებას ექვემდებარება იზოამილის სპირტისა და სხვა მინა-რეგების რაოდენობრივის შემცველობის ამსახველი მრუდები.



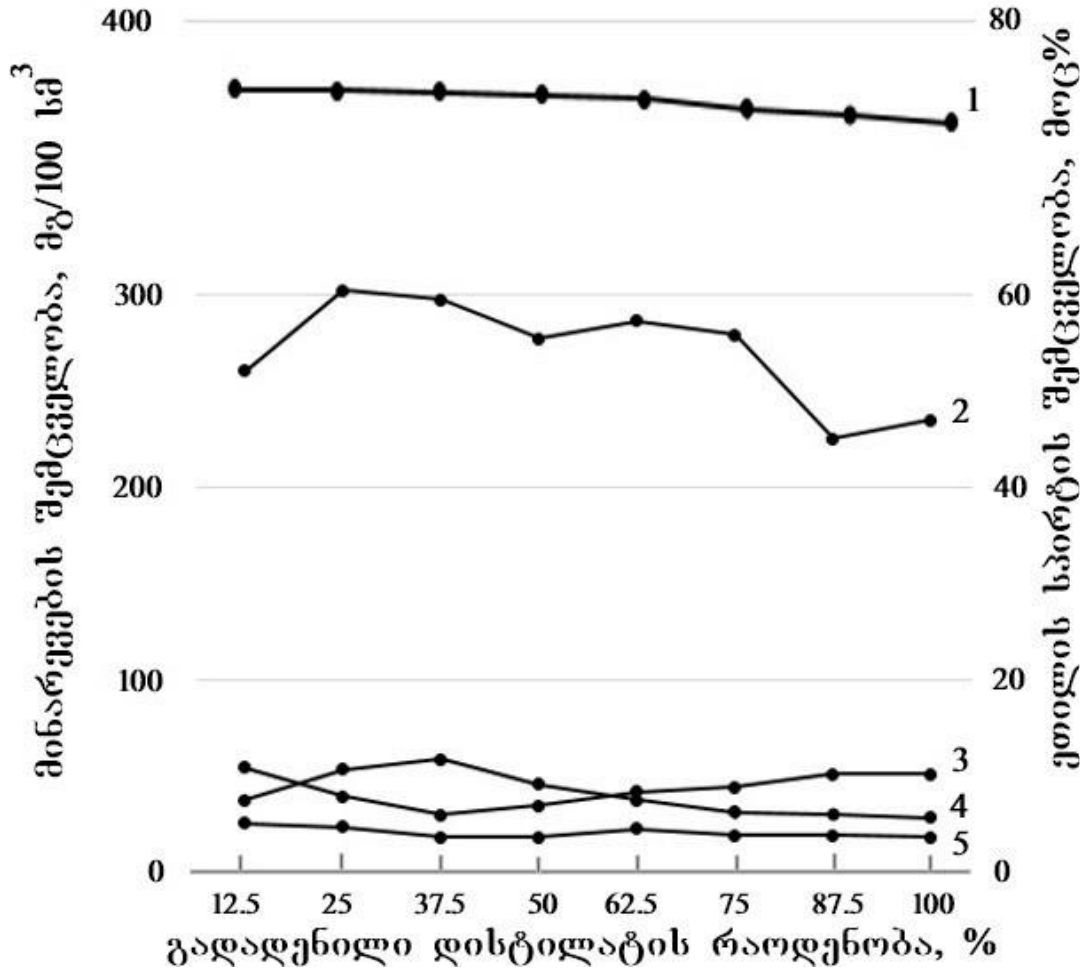
**Nnax. 5.2. raxis zeTisa da misi Semadgeneli  
komponentebis Semcveloba sxvadasxva fraqciebSi WaWis  
distilatis gamoxdis procesSi**

*1 – raxis zeTi; 2 – izoamilis spirti; 3 –  
izobuTilis spirti; 4 – oqtilis spirti*

M Nახ. 5.3.-ზე წარმოდგენილია გ გადადენილი დისტილატის ქიმიური შედგენილობის ცვლილებები ნედლი სპირტის გამოხდის პროცესში. მიღებული ფრაქციების ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების ანალიზიზმამა გვიჩვენა, რომ საუკეთესო ხარისხის დისტილატი მიიღება პირველი 35 %-ის მოხსნის შემდეგ დისტილატის გამოხდის პროცესში.

დარჩენილი ბოლონახადი ფრაქცია საჭირო იქნება გამოიხადოს ხელმეორედ სასაქონლო ფრაქციების დამატებითი რაოდენობის მიღების მიზნით.

ცნობილია, რომ ბოლონახადი ფრაქციები დიდი რაოდენობით შეიცავს მაღალმადულარ სპირტებს C<sub>3</sub>-დან C<sub>10</sub>-მდე და β-ფენილეთილის სპირტს. ეს უკანასკნელი სასმელს აძლევს ვარდის არომატს. ამასთან დაკავშირებით აუცი-ლებელია ბოლონახადი ფრაქციის ხელმეორე გამოხდა და მიღებული სასა-ქონლო ფრაქციების ძირითად პროდუქტთან კუპაჟირება.



**Nmax. 5.3.. Ggadadenili distilatis qimiuri Sedgenilobis cvlilebebi  
nedli spirtis gamoxdis procesSi**

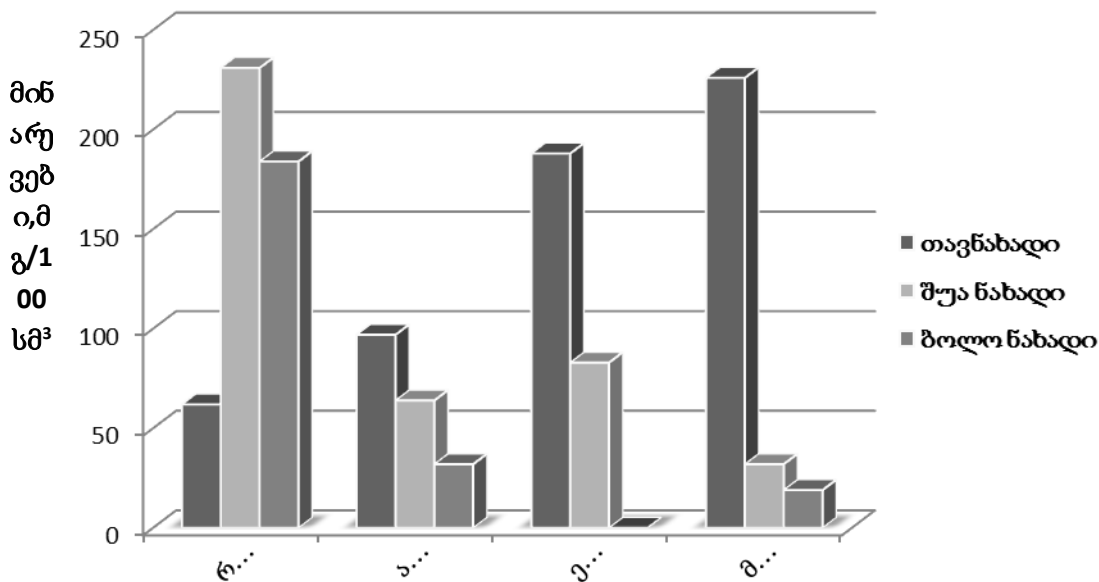
*1 – eTilis spirti; 2 – raxis zeTi; 3 – aldehydebi;  
eTerebi; 4 - meTanoli*

მინარევეების შემცველობის ამსახველი დიაგრამების არსებობა საშუალებას იძლევა შევარჩიოთ რახის ზეთისა და მეთანოლის მინიმალური შემცველობის ფრაქციები დისტილატის გამოხდის

პროცესში. ქიმიური შედგენილობისა და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების გათვალისწინებით მიზანშეწონილად მიგვაჩნია დისტილატის გამოხდისას თავნახადი ფრაქცია მოშორდეს 3%-ის ოდენობით, შუანახადის გამოსავალი შეადგენს 35%. რაც შეეხება ბოლონახად ფრაქციას, ის შეიძლება ხელმეორედ გამოიხადოს სასაქონლო პროდუქციის დამატებითი რაოდენობის მიღების მიზნით.

ნახ.5.4.-ზე ნაჩვენებია თავნახადი, შუანახადი და ბოლონახადი ფრაქციების ქიმიური შედგენილობა, რომელთა ანალიზი უფლებას გვაძლევს გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები და რეკომენდაციები:

1. ნედლი სპირტის ფრაქციონირებისას უმაღლესი სპირტების ძირითადი რაოდენობა ნაწილდება შუანახად და ბოლონახად ფრაქციებში;
2. ალდეჰიდები (და მათ შორის ძმარმჟავა ალდეჰიდი) კონცენტრირდება თავნახად ფრაქციაში, შემდეგ ფრაქციებში მათი შემცველობა კანონზომიერად მცირდება;
3. ნედლი სპირტის გადადენის პროცესში ეთერების ასევე დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი თავნახადი ფრაქცია. შემდგომ მოდის შუანახადი ფრაქცია და ბოლონახად ფრაქციაში ისინი საერთოდ არ მოიპოვება;
4. ტოქსიკური ნივთიერების – მეთანოლის უმეტესი ნაწილი იმყოფება თავნახად ფრაქციაში, და, შესაბამისად, მისი რაოდენობრივი შემცველობა სასაქონლო ფრაქციაში შეიძლება ნორმაზე იქნეს დაყვანილი ნედლი სპირტის გამოხდისას, მოსაშორებელი თავნახადი ფრაქციის რაოდენობის რეგულირებით.



ნახ. 5. 4.ეთილის სპირტის მინარევების შემცველობა ჭაჭის დისტილატის სხვადასხვა ფრაქციებში



გამოკვლევები გრძელდება.

## 2.6 საქართველოს სანელებელ-არომატული ნედლეულის ბაზაზე დამუშავდეს მოხარული ძეხვეულის წარმოებისთვის სანელებლების კომპოზიცია, მისი დამზადების და გამოყენების ტექნოლოგიები

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2019-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნაზი ალხანაშვილი - სამეცნიერო ხელმძღვანელი
- შემსრულებელი - მეცნიერ თანამშრომელი - მაია დემინიუკი

**გამოკვლევის შედეგები:** ნედლი სანელებლების გასაშრობად ტექნოლოგიურ მოწყობილობას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მათი ორგანოლექტიკური მახასიათებლების შენარჩუნების და შენახვის ვადი გახანგრძლივების მიზნით.

საქართველოს პირობებში ადგილობრივი წარმოების ნედლი მონოსანელებების გასაშრობად გამოიყენებოდა რუსეთის ფედერაციის ქალაქ ბელგოროდში წარმოებული ხუთკონვეირიანი საშრობი დანადგარები **СПК-4 Г, Г-4 КСР, СКО**.

ინოვაციური ტექნოლოგიური მოწყობილობა ნედლი სანელებლების ფასაშრობად და შესარევად დამუშავებულია ფირმა **amixon** -ის მიერ (გერმანია). აღნიშნული ფორმა აწარმოებს მრავალფუნქციურ შემრებებს, რომელნიც საჭიროების შემთხვევაში უზრუნველყოფენ სანელებლების შრობასაც. აღნიშნული მოწყობილობა უზრუნველყოფს ნედლი სანელებლების შრობის უმაღლეს ხარისხს, შერევის მინიმალური ხანგრძლივობისას.

ორგანოლექტიკური მახასიათებლების მაქსიმალური შენარჩუნების მიზნით გამშრალი მონოსანელებლები შენახული უნდა იქნეს 5-120 ტემპერატურასა და 65-70% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში; სათავსო, სადაც უნდა ინახებოდეს სანელებლები და სანელებლების კომპოზიცია, კარგად უნდა ნიავედებოდეს. სასურველია მონოსანელებლების (თითოეულის ცალკე-ცალკე) ჰერმეტიკული შეფუთვის გამოყენება. მოხარული ძეხვეულისთვის შერჩეული გამშრალი მონოსანელებლების შენახვის ვადა 1 წელია.

მოხარული ძეხვეულისთვის სანელებლების კომპოზიციის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა შედგება შემდეგი ძირითადი პროცესებისგან: გამშრალი მონოსანელებლების მიღება, მონოსანელებლების მომზადება შესარევად, კომპონენტების შერევა, დაფასოება და შეფუთვა.

მონოსანელებლების თითოეული კომპონენტის მიღება ხდება შესაბამისი ტექნიკური პირობების მოთხოვნათა შესაბამისად.

მონოსანელებლების მომზადება შესარევად. გამშრალი, დაფქული მონოსანელებლების ინსპექცია ხდება თითოეული მათგანის ცალკ-ცალკე საინსპექციო ტრანსპორტიორზე ან საინსპექციო მაგიდებზე. ამ დროს მონოსანელებლის ძირითად მასას სცილდება დაზიანებული, გაუხეშებული ნაწილები და გარეშე მინარევები.

გამშრალი მონოსანელებლების ცალკ-ცალკე **fqvaven** CaquCebian safqvavze (safqvavi KDMK-2, an samsxvrebze ДКУ-УА,Ф-УМ,wiwakis safqvavze ПП-01, an sxva tipis samsxvrebze).

გამშრალი სანელებლების დაფქული მასა ცალკ-ცალკე იცრება საცერზე № 0,45 და № 0,95. საცერზე დარჩენილ მასასზე ორეჯერ აქუცმაცებენ და სცრიან იმავე საცერებში. დაქუცმაცების პროცესი გრძელდება იქამდე, სანამ საცერზე № 0,95 დარჩენილი მასა არშეადგენს 2%-ს, ხოლო საცერში № 0,45 გასული მასა - არანაკლებ 80 %.

დაფქული მონოსანელებლებიდან ლითონმაგნიტური მინარევების გამოსაყოფად გაცრილ მონოსანელებლებს ცალკ-ცალკე ატარებენ მაგნიტურ სეპარატორში.

კომპოზიციის შედგენამდე ზემოთგანხილული წესით მომზადებულ დაფქულ მონოსანელებლებს ცალკ-ცალკე ათავსებენ ოთხფენიანკრაფტტომარებში და ინახავენ სათავსოში 5-120ტემპერატურასა და 65-70% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

კომპონენტების შერევა მოხარშული ძეხვეულისთვის სანელებლების კომპოზიციის შესადგენად დაფქულ, გაცრილ მონოსანელებლებს სწონიან B/ITK-5 ტიპის კვადრატულ ელექტროსასწორზე (გაზომვის სკალის ზღვრებით 0-5კგ, სიზუსტის კლასი 0,2.) კომპოზიციის რეცეპტურის შესბამისად და ურევენ ერთმანეთს დოლური ტიპის შემრევში 10-15 წუთის განმავლობაში ერთგვაროვან იმის მიღებამდე, რის შემდეგაც კომპოზიციას სწონიან აფასობენ და ფუთავენ.

კომპოზიციის შედგენისას დაფქული მონოსანელებლების დანაკარგები მათი აწონვის, შერევის და დაფასობისას შეადგენს 3,5%.

## 2.7 ქართული ვისკის წარმოების ტექნოლოგიის მეცნიერული საფუძვლების გამოკვლევა

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები*

*სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბალათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი
- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**გამოკვლევის შედეგები:** ცხრილში 7.1 მოყვანილია რქაწითელის ჯიშის ყურძნის გადამუშავებისას მიღებული ღვინის დისტილატების ქიმიური შედგენილობები (კონტროლი), ცხრილში 7.2. - ხორბლის გამოხდის შედეგად მიღებული დისტილატების (ვისკის დისტილატები) შედგენილობები.

ცხრილი 7.1.

რქაწითელის ღვინოს დისტილატის გამოხდის შედეგად მიღებული ფრაქციების ქიმიური შედგენილობა

№	გამოსაცდელი მაჩვენებლების დასახელება და ერთეულები	თავნახადი	შუანახადი
1	ეთილის სპირტის მოცულობითი წილი, %	79,2	74,5
2	უმალესი სპირტების მასური კონცენტრაცია, მგ/100სმ <sup>3</sup> , უწყლო სპირტში: - ნ/ პროპანოლის მასური კონცენტრაცია, - იზობუტანოლის მასური კონცენტრაცია, - იზოამილის სპირტის მასური კონცენტრაცია,	344,9 107,7 56,7 180,5	320,9 45,0 51,9 224,0
3	ალდეჰიდების მასური კონცენტრაცია, მგ/100სმ <sup>3</sup> , უწყლო სპირტში ძმარმჟავა ალდეჰიდზე გადაანგარიშებით	45,3	41,7
4	ეთერების მასური კონცენტრაცია, მგ/100სმ <sup>3</sup> , უწყლო სპირტში ძმარმჟავა ეთილის ეთერზე გადაანგარიშებით	550,1	103,6
5	მეთილის სპირტის მასური კონცენტრაცია, გ/დმ <sup>3</sup> , არა უმეტეს	2,9	2,5

ცხრილი 7.8.

ხორბლის დადუღებული ტკბილის დისტილატების (ვისკის დისტილატები) ქიმიური შედგენილობა

№	გამოსაცდელი მაჩვენებლების დასახელება და ერთეულები	თავნახადი	შუანახადი
1	ეთილის სპირტის მოცულობითი წილი, %	74,0	58,4
2	უმალესი სპირტების მასური კონცენტრაცია, მგ/100სმ <sup>3</sup> , უწყლო სპირტში:		

	- ნ/ პროპანოლის მასური კონცენტრაცია,	157,8	348,5
	- იზობუთანოლის მასური კონცენტრაცია,	24,6	33,7
	- იზომილის სპირტის მასური კონცენტრაცია,	71,9	47,3
		61,3	267,5
3	ალდეჰიდების მასური კონცენტრაცია, მგ/100სმ <sup>3</sup> , უწყლო სპირტში ძმარმჟავა ალდეჰიდზე გადაანგარიშებით	29,9	16,6
4	ეთერების მასური კონცენტრაცია, მგ/100სმ <sup>3</sup> , უწყლო სპირტში ძმარმჟავა ეთილის ეთერზე გადაანგარიშებით	1645,6	93,3
5	მეთილის სპიტრის მასური კონცენტრაცია, გ/დმ <sup>3</sup> , არა უმეტეს	0,90	0,057

გამოკვლევები გრძელდება ნატურალური დანამატების შესარჩევად.

## 2.8 ფენოლური ანტიოქსიდანტებით გამდიდრებული წითელი ნახევრადტკბილი ღვინოების დამზადების ინოვაციური ტექნოლოგიის გამოკვლევა

*მეცნიერების დარგი: სასურსათო ტექნოლოგიები  
სამეცნიერო მიმართულება: სურსათის ხარისხი და უვნებლობა*

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბაღათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ძირითადი პერსონალი:

- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**გამოკვლევის შედეგები:** კვლევის ობიექტები იყო საფერავიდან დამზადებული წითელი ნახევრადტკბილი ღვინის საკონტროლო და ოთხი საცდელი ნიმუში.

**საკონტროლო ნიმუში დამზადებული** იყო არსებული (სტანდარტული) ტექნოლოგიით: კლერტგაცლილი საფერავის დურდოს ალკოჰოლური დუღილი 25-28°C- ზე მშრალი საფუვრის გამოყენებით; მადუღარი დურდოს გამოწნება, როდესაც დაუდუღარი შაქრის რაოდენობა 8-9%-მდეა, მადუღარი ტკბილის შენახვა დაბალ ტემპერატურაზე, ღვინომასალის ლექიდან გადაღება როდესაც დაუდუღარი შაქრის რაოდენობა 5%-მდეა და მისი შენახვა დაბალ ტემპერატურაზე გოგირდის დიოქსიდის (30მგ/ლ) გამოყენებით.

**საცდელი №1** - კლერტგაცლილი დურდოს გაცხელება 65°C- ზე, დურდოს 25°C- მდე გაგრილების შემდეგ მისი ალკოჰოლური დუღილი და შემდგომი ტექნოლოგიური პროცესები ჩატარებული იყო საკონტროლო ნიმუშის ანალოგიურად;

**საცდელი №2** - კლერტგაცლილი დურდოდან მისი მოცულობის ნახევარი ტკბილის მოკლება, დარჩენილი დურდოს ალკოჰოლური დუღილი და შემდგომი ტექნოლოგიური პროცესები ჩატარებული იყო საკონტროლო ნიმუშის ანალოგიურად;

**საცდელ №3** - კლერტგაცლილი დურდოდან მისი მოცულობის ნახევარი ტკბილის მოკლება, დარჩენილი დურდოს გაცხელება 65°C- ზე, დურდოს 25°C- მდე გაგრილების შემდეგ მისი ალკოჰოლური დუღილი და შემდგომი ტექნოლოგიური პროცესები ჩატარებული იყო საკონტროლო ნიმუშის ანალოგიურად;

**საცდელი №4** - კლერტგაცლილი დურდოდან მისი მოცულობის 1/3 ტკბილის მოკლება, დარჩენილი დურდოს გაცხელება 65°C- ზე, დურდოს 25°C- მდე გაგრილების შემდეგ მისი ალკოჰოლური დუღილი და შემდგომი ტექნოლოგიური პროცესები ჩატარებული იყო საკონტროლო ნიმუშის ანალოგიურად.

მიმდინარე წელს (ნიმუშების დამზადებიდან მესამე წელი) ჩატარდა კვლევის ობიექტების ლექიდან გადაღება ორჯერ (6 თვეში ერთხელ; ) და მათი ქიმიური მახასიათებლების (ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა, ტიტრული მჟავიანობა, მქროლავი მჟავიანობა, აქტიური მჟავიანობა, ალკოჰოლი, შეფერვის ინტენსივობა და ტონალობა) გამოკვლევა. გამოკვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ნახევრადტკბილი ღვინის ნიმუშების მესამე წელს მნიშვნელოვნად შემცირდა ნიმუშებში ტიტრული მჟავიანობის რაოდენობა მათში ღვინის ქვის წარმოქმნისა და გამოლექვის პროცესის მიმდინარეობის გამო, შესაბამისად შეიცვალა აქტიური მჟავიანობის რაოდენობაც. მესამე წელს მცირედ მიმდინარეობს მქროლავი მჟავიანობის ცვლილება და ალკოჰოლის მაჩვენებლის შემცირება; ალკოჰოლის რაოდენობის შემცირება უნდა აიხსნას შენახვისას მიმდინარე მისი ეთერიფიკაციის პროცესში მონაწილეობით. ასევე უმნიშვნელოდ მცირდება ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა, შეფერვის ინტენსიობა და ტონალობა. ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა მცირდება ამ კომპონენტების დაჟანგვის, პოლიმერიზაციის, ცილა-ტანატის წარმოქმნისა და ნალექში გადასვლის პროცესების მიმდინარეობის შედეგად, რაც შედარებით ნაკლებინტენსიურად მიმდინარეობს ნიმუშების დამზადებიდან მესამე წელს. ფენოლური კომპონენტების მაღალი შემცველობით და უკეთესი სადეფუსტაციო მაჩვენებლებით ხასიათდება საცდელი ნიმუში №3. რომლის დამზადებისას

გამოყენებული იყო ტექნოლოგიური ხერხები: ალკოჰოლური დუდილის ჩატარების წინ კლერტგაცლილი დურდოს მოცულობის ნახევარი ტკბილის მოკლება და დარჩენილი დურდოს გაცხელება 65°C - ზე. მასში საერთო ფენოლების ჯამური რაოდენობა, საკონტროლოსთან შედარებით 2-ჯერ მაღალია.

დამზადებიდან მესამე წლის ბოლოს ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა საკონტროლოსთან შედარებით მაღალია აგრეთვე დანარჩენ საცდელ ნიმუშებშიც: ნიმუში #1 – 35 %-ით; ნიმუში #2 - 88 %-ით; ნიმუში #4 -1,8-ჯერ.

მიმდინარე წლის გამოკვლევის შედეგებმა, ისევე როგორც წინა წლების კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ნახევრადტკბილი წითელი ღვინოების დამზადების ტექნოლოგიურ პროცესში ალკოჰოლური დუდილის ჩატარების წინ კლერტგაცლილი დურდოს მოცულობის ნახევარი ტკბილის მოკლება და დარჩენილი დურდოს გაცხელება 65°C- ზე მნიშვნელოვნად ზრდის ღვინოში ფენოლური ნივთიერებების კონცენტრაციას, რაც შესაბამისად ზრდის გულ-სისხლძარღვთა, სიმსივნური და მრავალრიცხოვან სხვა დაავადებათა პრევენციის ეფექტს.

## 2.9 მეცნიერების განვითარების სტრატეგიის შემუშავება კვებისა და გადამამუშავებელ მრეწველობაში

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

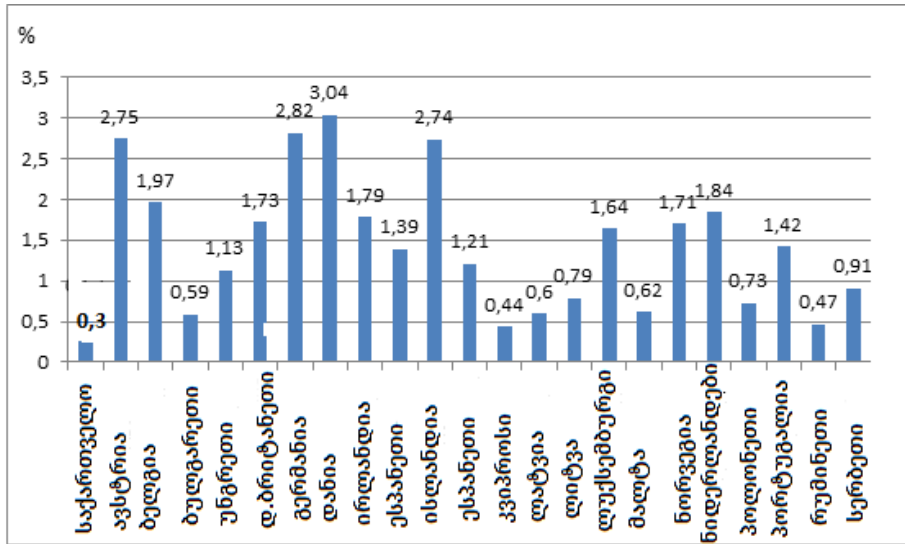
- ნ.ბალათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ძირითადი პერსონალი:

- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**გამოკვლევის შედეგები:** საქართველოში სამეცნიერო გამოკვლევებისა და დამუშავებების ძირითად ელემენტს წარმოადგენს სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაციები, რომლებიც 100%-ით დაფუძნებულია სახელმწიფო ქონებაზე და შედიან შესაბამისი პროფილის უნი-ვერსიტეტებში დამოუკიდებელი სრულყოფილი ერთეულის სახით. ამავე პროცენ-ტული თანაფარდობით მათი არსებობა დამოკიდებულია სახელმწიფო ბიუჯეტის სახსრებზე.

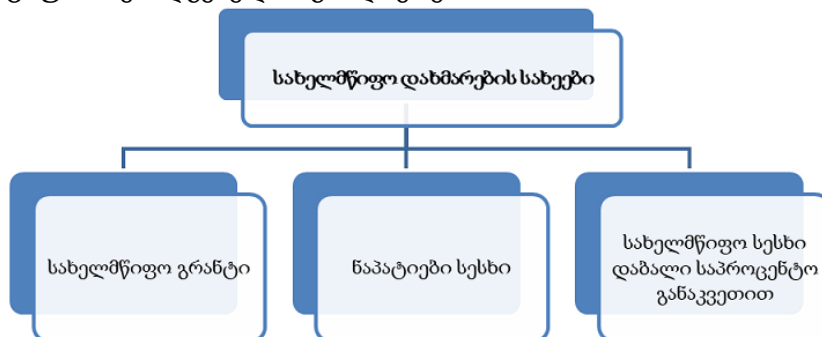
ნახ. 9.1-ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ჩამოთვლილი ქვეყნებიდან დაფი-ნანსების თვალსაზრისით საქართველო ყველაზე დაბალ დონეზეა. აქ მთლიან შიდა პროდუქტში სამეცნიერო-კვლევით და საცდელ - საკონსტრუქტორო სამუ-შაოებზე გაღებული შიდა დანახარჯები არ აღემატება 0,3%.



ნახ. 9.1. მთლიან შიდა პროდუქტში სამეცნიერო-კვლევით და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოებზე გაღებული შიდა დანახარჯები

სახელმწიფო, დაინტერესებულია რა სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობის (სკპ) ფორმებისა და მექანიზმების განვითარებაში, უნდა უზრუნველყოს შემდეგი მიზნების მიღწევა:

1. განათლებისა და მეცნიერების ინტელექტუალური, ტექნოლოგიური, ქონებრივი და ფინანსური პოტენციალის, როგორც ქვეყნის ეკონომიკის მდგრადი ზრდისა და მოდერნიზაციის პირობის, ზრდა;
2. მეცნიერებისა და უმაღლესი პროფესიონალური განათლების მართვის ეფექტურობის გაუმჯობესება, სახელმწიფო ხარჯების უფრო მეტი ეფექტურობით განხორციელება;
3. უმაღლესი განათლებისა და სამეცნიერო ორგანიზაციების დაწესებულებების კონკურენტუნარიანობის უზრუნველყოფა, ფუნდამენტური და გამოყენებითი მეცნიერებების დაახლოების სტიმულირება;
4. შრომის ბაზარზე დინამიურად ცვლადი მოთხოვნილების დაკმაყოფილება, განათლებისა და მეცნიერების ინოვაციური შემადგენელის გაძლიერება

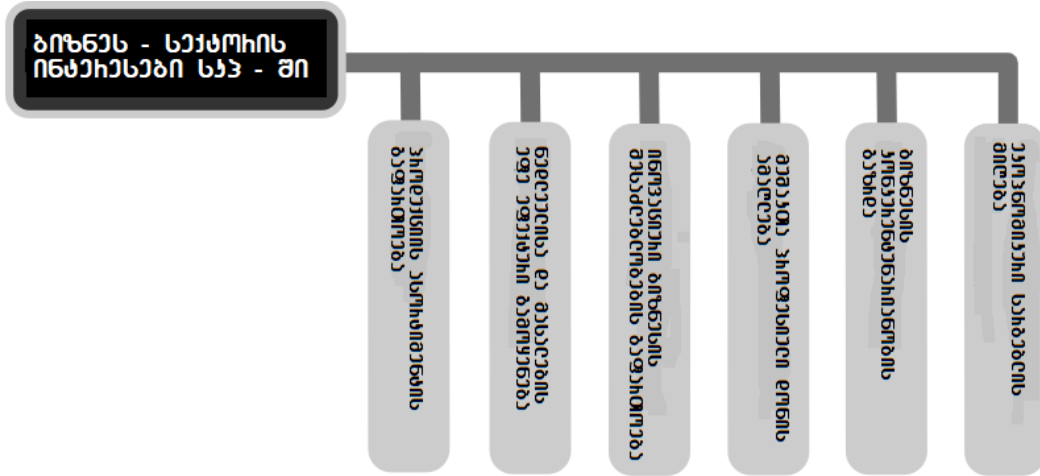


ნახ. 9.2. სახელმწიფო - კერძო პარტნიორობის სახელმწიფო დაფინანსება

სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობაში ბიზნეს-სექტორის ძირითად ინტერესებს განეკუთვნება:

1. საპარტნიორო პროექტების შესრულების შედეგად ეკონომიკური სარგებლის მიღება;
2. ბიზნესის კონკურენტუნარიანობის გაზრდა;

3. კერძო სექტორში მომუშავეთა პროფესიონალიზმის ზრდა;
4. სამეცნიერო კვლევის შედეგების დანერგვის ეფექტურობისა და ხარისხის ზრდა;
5. ინოვაციური ბიზნესის შესაძლებლობების გაფართოება და ა.შ.



ნახ. 9.3. ბიზნესის ინტერესები სახელმწიფო – კერძო პარტნიორობის პროექტის რეალიზაციისას

**2.10 კვების მრეწველობის ნარჩენებიდან ეთეროვანი ზეთებისა და ბიოაქტიური ექსტრაქტების წარმოების მოწყობა თეთრიწყაროს რაიონში**

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბადათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი -პასუხისმგებელია

ძირითადი პერსონალი:

- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივაძე - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**გამოკვლევის შედეგები:** ყურძნის გადამუშავების ნარჩენებიდან გამიზნულია მიღებულ იქნეს ორი პროდუქტი - ყურძნის ეთერზეთოვანი პროდუქტი - ჰიდროლატი და სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების ყურძნის პასტა; მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფებიდან



მივიღებთ 3 პროდუქტს - დისტილაციურ ეთეროვან ზეთს (პარფუმერულ ლიმონენს), მანდარინის პასტასა და მანდარინის ჰიდროლატს, რომლებიც ასევე გამოიყენება პარფუმერულ-კოსმეტიკურ წარმოებაში; დაფნის არასტადარტული და დაქუცმაცებული ფოთლებიდან მიიღება დაფნის ჰიდროლატი და დაფნის ეთეროვანი ზეთი, რომლებიც ასევე გამოიყენება პარფუმერულ - კოსმეტიკურ წარმოებაში.

**1. რა არის ის ფაქტორი, რის გამოც ვთვლით, რომ შევძლებთ ამ საქმის წარმატებით განხორციელებას ? (მაგ: გამოცდილება იდენტურ საქმიანობაში დამფუძნებლის, ან დასაქმებულის რანგში, დარგის თეორიული ცოდნა სასწავლო კურსის/უმაღლესი განათლების გამო - გთხოვთ, აღწეროთ მაქსიმალურად დეტალურად);**

პროექტის ძირითადი დამფუძნებელია ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, აკადემიკოსი ნუგზარ ბალათურია. მისი ხელმძღვანელობით საქართველოს სხვადასხვა ქარხნებში დანერგილია ყურძნის, მანდარინის ნაყოფების, ეთერზეთოვანი მცენარეების ( დაფნა, ევკალიპტი და ა.შ.) რაციონალური გამოყენების ინოვაციური ტექნოლოგიები. ის არის 400-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის, 36 პატენტის, 24 მონოგრაფიის ავტორი. წლების მანძილზე ნ.ბალათურია მუშაობდა სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანების - „კვებარომატკომპლექსის“ გენერალური დირექტორის თანამდებობაზე. გაერთიანებაში შედიოდა 4 ექსპერიმენტული ქარხანა, სადაც ხდებოდა დაფნის, მანდარინისა და ყურძნის ნედლეულის გადამუშავება და მიღებული პროდუქტების რეალიზაცია. ამჟამად ის არის საქართველოს კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორი.

**2. რა იურიდიული სტატუსის ქვეშ იგეგმება საქმიანობა და როგორი იქნება სადამფუძნებლო სტრუქტურა - მითითებული უნდა იყოს დამფუძნებელთა პირადი ინფორმაცია - სახელი, გვარი, პირადი ნომერი, წილი (ასეთის არსებობის შემთხვევაში), მათი სამუშაო ადგილი, წილები სხვადასხვა კომპანიებში, განხორციელებული პროექტები, მათი ბიზნეს გამოცდილება და ა.შ.**

საქმიანობის განხორციელებას ვაპირებთ შეზღუდული პასუხისმგებლობის საზოგადოების შექმნით, რომელიც დაფუძნდება კვების მრეწველობის ს/კ ინსტიტუტის თეთრიწყაროს ექსპერიმენტული ქარხნის ბაზაზე. დამფუძნებელთა CV იხ.ქვემოთ.

**3. პირი, რომელიც იქნება პროექტის ბენეფიციარი, უკვე ეწევა ეკონომიკურ საქმიანობას, საქმიანობის სფერო.**

პროექტის ერთ-ერთი ბენეფიციარი ნუგზარ ბალათურია ეწევა სამეწარმეო საქმიანობას. მის მიერ გასულ წლებში შემნილი შეზღუდული პასუხისმგებლობის საზოგადოება - „კვების პროდუქტების ინსტიტუტი“, აწარმოებს სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების ეთერზეთოვან ანტიოქსიდანტურ სასმელ წყლებს. პროდუქცია რეალიზებულ იქნა ამერიკის შეერთებულ შტატებში.

4. საწარმოში ( ბიზნესში) რომელი პოზიციები წარმოადგენს საკვანძო პოზიციებს, რა გარემოებებით არის განპირობებული ამ პოზიციების მნიშვნელობა საწარმოს(ბიზნესის) წარმატებით ფუნქციონირებაში? საკვანძო პოზიციებზე დასაქმებულ პირთა კვალიფიკაცია, იქნება ეს აკადემიური თუ პრაქტიკული. (შესაძლოა საწარმოს საკვანძო პერსონალი არ იყოს დაქირავებული პირი და იყოს კომპანიის დამფუძნებელი, ამ შემთხვევაში არგუმენტირებული უნდა იყოს დამფუძნებლის გამოცდილება როგორ უზრუნველყოფს საწარმოს წარმატებას.);

საწარმოში საკვანძო პოზიციას წარმოადგენს მზა პროდუქციის ხარისხის კონტროლის უბანი. საამისოდ საწარმო აღჭურვილია თანამედროვე ლაბორატორიული დანადგარ - მოწყობილობებით, ლაბორატორიას ხელმძღვანელობს აკადემიკოსი ნუგზარ ბადათურია, რომელსაც, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, დიდი გამოცდილება აქვს კვების პროდუქტების ხარისხისა და უვნებლობის კონტროლის სფეროში.

5. რამდენი ადამიანის დასაქმება იგეგმება (საჭიროების შემთხვევაში ჩაშლილი სეზონურად) წლის განმავლობაში, რა იქნება მათი ანაზღაურება და დაგვისაბუთოთ ამ რიცხვების საჭიროება.

*soflis mosaxleobis adgilze dasamagreblad unda gamoiZebnos Sesabamisi meqanizmi. magaliTad, avstraliaSi, safrangeTSi italia da sxva qveynebsi fermeri (soflis mosaxle) gaxda ara marto sasoflo-sameurne nedleulis mimwodebeli, aramed am nedleulisagan saqonlis mwarmoebeli subieqti. kerZod, avstraliaSi fermeri amzadebs jer evkaliptis nedleuls da Semdeg am nedleulisgan naxevarfabrikatis saxiT awarmoebs nedl eTerovan zeTs, romelsac misgan yidulobs saxelmwifos mier uflebamosili iuridiuli piri, romelic am naxevarfabrikats iyeneben saeqsporto produqciis - reqtificirebuli eTerovani zeTebis misaRebad. italiaSi fermeri yurZnis gadamuSavebis narCenebisgan xdis nedl spirts, romlisganac Semdgom awarmoeben yurZnis arays - grasas; safrangeTSi fermerul meurneobaSi moyvanili yurZnisagan Rebuloben nedl sakoniake spirts, romelsac specializebul qarxanaSi iyeneben saeqsporto produqciis misaRebad da a.S.*

არასტანდარტული მანდარინისა და ყურძნის გადამუშავების ნარჩენები, ისევე როგორც დაფნის ფოთლის ნარჩენების გადამუშავება მოხდება მთელი წლის განმავლობაში. კერძოდ, ყურძნის გადამუშავების ნარჩენი წარმოადგენს დასპირტილ მასას და ისინი უპრობლემოდ შეიძლება შევინახოთ მთელი წლის მანძილზე ჰერმეტიკულად დახურულ ჭურჭელში (საამისოდ შეიძლება გამოვიყენოთ 20 კგ-ს ტევადობის პოლიეთილენის ტომრებიც). მოსახლეობას დაურთავდება 20 - 50 კილოგრამის ტევადობის ბიდონები ან პოლიეთილენის ტომრები, რომლებში ფერმერი შეაგროვებს მის მიერ გადამუშავებული ყურძნის ნარჩენებს; ასევე მანდარინის მომყვანი ფერმერი პოლიეთილენის პარკში შეაგროვებს სულფიტირებული სახით მანდარინის არასტანდარტულ ნაყოფებს. ფერმერი ასევე ტომრებში შეაგროვებს დაფნის არასტანდარტულ და დაქუცმაცებულ ფოთლებს. ანუ, ფერმერი ინახავს შემოდგომაზე შეგროვებულ მეორად ნედლეულს და შემდეგ მთელი წლის მანძილზე შესძლებს მის ჩაბარებას ქარხანაში. ამით დავასაქმებთ ყველა იმ მოსახლეს, რომელსაც მოჰყავს მანდარინი ან ყურძენი, რომლებიც ჩაგვაბარებენ არა მათ მიერ მოყვანილ ნედლეულს, არამედ ნახევარფაბრიკატებს და, შესაბამისად, მიიღებენ გაცილებით მეტ ანაზღაურებას ნედლეულის ჩაბარების შემთხვევისაგან განსხვავებით. ანუ, ფერმერი, სოფლის მოსახლე ნედლეულის ნაცვლად ჩააბარებს ნახევარფაბრიკატს და მის ღირებულებას მიიღებს

ადგილზე. ეს არის მოსახლეობის დასაქმების ის პრინციპი, რომელიც წარმატების გამოიყენება, მაგალითად, ავსტრალიაში ევკალიპტის ეთეროვანი ზეთის წარმოებისას - ფერმერი (მასახლე) ღებულობს ნედლ ეთეროვან ზეთს, რომლის ცენტრალიზებულად გადამუშავება ხდება სპეციალიზირებულ ქარხნებში.

წარმოების განვითარების კვალობაზე, იგივე მეორადი ნედლეულის რესურსების შეგროვება შეიძლება მოხდეს ცენტრალიზებულადაც ღვინის საწარმოებსა და მანდარინის გადამამუშავებელ ქარხანაში..

საკუთრივ თეთრიწყაროს ქარხანაში მთელი წლის მანძილზე დასაქმდება 50 მუშაკი, საშუალო ხელფასი - 1000 - 1200 ლარი.

შედარებით მაღალი ხელფასის შესაძლებლობა აიხსნება მიზნობრივი პროდუქტების მაღალი ფასით, მათი დამზადებისათვის საჭირო დაბალი თვითღირებულებისას. მაგალითად:

1. დღევანდელ პირობებში 1 ტონა მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფების ფასი შეადგენს 200 ლარს. ჩვენს მიერ შემოთავაზებული კომპლექსური გადამამუშავების ტექნოლოგიით 1 ტონა მანდარინისაგან მიიღება 1000 კგ თხევადი მანდარინი (1 კგ-ს ღირებულება შეადგენს \$0,5), 100 ლიტრი ჰიდროლატი (1 კგ-ს ღირებულება შეადგენს \$50 და 1 კგ ეთეროვანი ზეთი - ლიმონენი (1 კგ-ს ღირებულება შეადგენს \$17. ანუ, მიიღება სულ \$ 5517 ღირებულების პროდუქცია. 1 ტონა მანდარინის გადამამუშავების თვითღირებულება შეადგენს \$300.

ზემოთქმული მიუთითებს იმაზე, რომ ნაცვლად 0,2 ლარისა, ფერმერი მიიღებს 1 ლარს ყოველ 1 კგ დამამუშავებელ მანდარინის ნაყოფებში. ანუ, ფერმერი ნედლეულის უბრალო ჩამზარებლიდან გადაიქცევა მეწარმედ. ეს არის სწორედ მსოფლიოში მეცნიერების, განათლებისა და წარმოების ინტეგრაციის თანამედროვე, მსოფლიოში გავრცელებული ფორმის - ტექნოპარკის პრინციპი.

2. 1 ტონა სველი ყურძნის ჭაჭის გადამამუშავებისას მიიღება: ა) 70 ლიტრი ჭაჭის სპირტი (სიმაგრით 60%), 1 ლიტრის ღირებულება \$ 1, ბ) 800 კგ პურის ნატურალური დანამატი - პასტა ( 1 კგ-ს ღირებულება შეადგენს \$0,5) და 100 ლიტრი ყურძნის ჰიდროლატი (\$8/ლ). ანუ, 1 ტონა ყურძნის სველი ჭაჭის გადამამუშავებისას სულ მიიღება  $70 + 400 + 800 = \$ 1270$ . ყურძნის ჭაჭის გადამამუშავების თვითღირებულება შეადგენს \$ 400;

ამ შემთხვევაშიც ფერმერი (მეწარმე) აგროვებს ყურძნის გადამამუშავების ნარჩენებს (ჭაჭას), რომელიც კარგად ინახება მთელი წლის მანძილზე და მიჰყიდის მას სპეციალიზირებულ ქარხანას ( ჩვენს შემთხვევაში თეთრიწყაროს ქარხანას).

3. იგივე ითქმის დაფნის მეორადი ნედლეულის შემთხვევისთვისაც. 1 ტ დაფნის მშრალი ფოთლის გადამამუშავებისას მიიღება 3კგ ეთეროვანი ზეთი (1 კგ-ს ღირებულება - \$60), 300 ლიტრი

დაფნის ჰიდროლატი ( 1 კგ-ს ღირებულება - \$20). ანუ, სულ მიიღება \$180 + \$6000 = 6180 დოლარის ღირებულების პროდუქცია. ნედლეულის გადამუშავების თვითღირებულება არ აღემატება 300 დოლარს.

## 7. მიღებული პროდუქტები

პროექტი ითვალისწინებს შემდეგი ახალი პროდუქტების მიღებას მეორადი ნედლეულისა და მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფების გამოყენებით.

**7.1. დაფნის ჰიდროლატი** 1 ტონა დაფნის ნედლეულის გადამუშავებისას მიიღება 300 ლიტრი ჰიდროლატი.

**7.2. დაფნის ეთეროვანი ზეთი.** 1 ტონა დაფნის გადამუშავებისას მიიღება 30 ლიტრი დაფნის ეთეროვანი ზეთი და 300 ლიტრი ჰიდროლატი. დაფნის ეთეროვანი ზეთი პასუხობს საერთაშორისო სტანდარტით განსაზღვრულ ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებლებს.

*პროექტით გათვალისწინებულია დაფასოებული მზა პროდუქტების გაყიდვა.*

### 7.1. დაფნის (*Laurus nobilis*) ჰიდროლატი.

მსოფლიო ბაზარზე 200 მლ ტევადობის ტარაში დაფასოებული დაფნის ჰიდროლატის ღირებულება შეადგენს 6 აშშ დოლარს. იმის გათვალისწინებით, რომ იმავე ხარისხის ჰიდროლატს ჩვენ ვღებულობთ დაფნის ფოთლის დამზადების ნარჩენებიდან, ჩვენს მიერ წარმოებული პროდუქტი შეგვეძლება მივაწოდოთ 30%-ით ფასდაკლებით, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის პროდუქციის კონკურენტუნარიანობას. ანუ, დაფასოებული დაფნის ჰიდროლატის ღირებულება დაახლოებით იქნება 4 აშშ დოლარი. 1 ლიტრ ჰიდროლატზე გათვლით სარეალიზაციო ფასი შეადგენს 20 აშშ დოლარს. შესაბამისად, საქართველოში წარმოებული 1 ტონა დაფასოებული ჰიდროლატის რეალიზაციით მიღებული შემოსავალი შეადგენს 20 000 აშშ დოლარს.

**7.2. დაფნის ეთეროვანი ზეთი.** ერთლიტრიან ტარაში დაფასობული დაფნის ეთეროვანი ზეთის ღირებულება შეადგენს 95 აშშ დოლარს. იმის გათვალისწინებით, რომ ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ტექნოლოგია გულისხმობს როგორც ეთეროვანი ზეთის, ასევე დაფნის ჰიდროლატის მიღებას, ანუ ნედლეულის კომპლექსური გამოყენება იძლევა დაფნის ზეთის ფასის 40%-ით შემცირების შესაძლებლობას, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის მასზე არსებულ მოთხოვნილებას. ანუ 1 კგ დაფნის ზეთის ღირებულება ჩვენს შემთხვევაში შეადგენ დაახლოებით 60 აშშ დოლარს.

**7.3. ყურძნის ჰიდროლატი.** მსოფლიო ბაზარზე 1 ლ ყურძნის ჰიდროლატის ღირებულება შეადგენს 10 აშშ დოლარს. იმის გათვალისწინებით, რომ ჩვენს მიერ დამუშავებული კომპლექსური ტექნოლოგიის გამოყენებით, ყურძნის ჰიდროლატი მიიღება ყურძნის ღვინოდ გადამუშავების პროცესში სველი ტკბილი ჭაჭიდან, მისი ღირებულება მომგე-ბიანი რჩება იმ შემთხვევაშიც, როდესაც ის დაფასობული სახით ეღირება 8 აშშ დოლარი. 1 ტონა ჭაჭის გადამუშავებისას მიიღება 10 % ანუ 100 ლიტრი ჰიდროლატი.

**7.4. ყურძნის პასტა.** ყურძნის პასტა წარმოიქმნება ჭაჭის გადამუშავების პროცესში ჭაჭის 80%-ის ოდენობით. 1 კგ პასტის ღირებულება შეადგენს 0,5 დოლარს. გამოიყენება პურისა და პურპროდუქტების ნატურალური დანამატის სახით.

**7.5. მანდარინის ეთეროვანი ზეთი (მანდარინის ლიმონენი).**

მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფების გადამუშავებისას ჩვენს მიერ დამუშავებული ინოვაციური ტექნოლოგიით მიიღება 3 პროდუქტი - მანდარინის ეთეროვანი ზეთი (ნედლეულის 0,1%), მანდარინის ჰიდროლატი (ნედლეულის 10%) და თხევადი მანდარინი (მანდარინის 100%).

მანდარინის ეთეროვანი ზეთის (პარფუმერული ლიმონენის) ღირებულება შეადგენს (დაუფასობული სახით) 17 აშშ დოლარს.

**7.6. მანდარინის ჰიდროლატი.** მანდარინის ჰიდროლატი მიიღება 100 კგ-ს ოდენობით 1 ტონა გადამუშავებული მანდარინიდან. 1 ლიტრი მანდარინის ჰიდროლატის ღირებულება შეადგენს 50 აშშ დოლარს. ანუ 1 ტონიდან მიიღება 100 კგ, ანუ 5000 აშშ დოლარის ღირებულების პროდუქცია.

**7.7. თხევადი მანდარინი**

მანდარინის ნაყოფების გამოხდის შემდეგ დარჩენილი მას (საწყისი ნედლეულის 100%) წარმოადგენს თხევად მანდარინს, რომელიც დაუმუშავებელი სახით გამოიყენება პურისა და პურპროდუქტების წარმოებაში ნატურალური დანამატის სახით. ამ შემთხვევაში მისი ღირებულება შეადგენს 0,5 აშშ დოლარს.

9. გაყიდვების გეგმა და მიზნობრივ ბაზარზე წილის საპროგნოზო მოცულობა (თქვენი გაყიდვები მთლიანი ბაზრის რამდენ პროცენტს შეადგენს) - რა დატვირთვით იმუშავებთ? რა რაოდენობის რეალიზაცია იგეგმება?

### 9.1. გაყიდვების გეგმა

რეალიზაციის მოცულობები ეფუძნება პროექტის ავტორების შეფასებებს და პოტენციურ შემსყიდველებთან კომუნიკაციას.

ცხრილი 1

#### დაფნის გადამუშავების პროდუქტების გაყიდვები ფიზიკურ ერთეულებსა და ლარებში

პროდუქცია	I წელი	II წელი	III წელი	IV წელი	V წელი
გადამუშავებული ნედლეულის რაოდენობა, კბ	50 000	50 000	100 000	200 000	200 000
დაფნის ეთეროვანი ზეთი, კგ/დოლარი	250/ 15 000	250/ 15 000	500/ 250 000	1000/ 500 000	1000/ 500 000
დაფნის ჰიდროლატი, კგ/დოლარი	15000/ 300 000	15000/ 300 000	30 000/ 600 000	60 000/ 1 200 000	60 000/ 1 200 000

ცხრილი 2

#### ყურძნის ნარჩენების გადამუშავების პროდუქტების გაყიდვები ფიზიკურ ერთეულებსა და ლარებში

პროდუქცია	I წელი	II წელი	III წელი	IV წელი	V წელი
გადამუშავებული ნედლეულის რაოდენობა, კბ	200 000	200 000	400 000	800 000	800 000
ყურძნის ეთერზეთოვანი ჰიდროლატი, კგ/დოლარი	20 000/ 160 000	20 000/ 160 000	40 000/ 320 000	80 000/ 640 000	80 000/ 640 000
ყურძნის პასტა, კგ/დოლარი	80 000/ 40 000	80 000/ 40 000	160 000/ 80 000	320 000/ 1600 000	320 000/ 160 000

ცხრილი 3

**მანდარინის გადამამუშავების პროდუქციის გაყიდვები ფიზიკურ ერთეულებსა და  
ლარებში**

პროდუქცია	I წელი	II წელი	III წელი	IV წელი	V წელი
გადამამუშავებული ნედლეულის რაოდენობა, კბ	100 000	100 000	200 000	400 000	400 000
მანდარინის ეთეროვანი ზეთი, კგ/დოლარი	100/ 1700	100/ 1700	200/ 3400	400/ 6800	400/ 6800
მანდარინის ჰიდროლატი, კგ/დოლარი	10 000/ 500 000	10 000/ 500 000	20 000/ 1000 000	40 000/ 2000 000	40 000/ 2000 000
თხევადი მანდარინი, კგ/დოლ	100 000/ 50 000	100 000/ 50 000	200 000/ 100 000	400 000/ 200 000	400 000/ 200 000

პროდუქციის რეალიზაცია სრულად მოხდება შემდეგი წლის წარმოების სეზონის დაწყებამდე, სავარაუდოდ 2 თვით ადრე - ივლისსა და აგვისტოში - მარაგების რაოდენობა ამოწურული იქნება.

**10. ის ძირითადი საშუალებები, რომლის შეძენაც იგეგმება პროექტის ფარგლებში**

პროექტის ფარგლებში იგეგმება შემდეგი დანადგარების შეძენა:

1. ეთეროვანი ზეთების გამოსახდელი აპარატები ( 3 ცალი);
2. ორთქლის გენერატორი - 1 ც;
3. ყურძნის ჭაჭის დამქუცმაცებელი კავიტაციური დანადგარი
4. ყურძნიდან წიპწისა და დურდოს გამოსაყოფი სეპარატორი;

**11. საწარმოო პროცესში გამოყენებული ნედლეული და მათი მოპოვების წყაროები, რამდენად მრავალფეროვანია მათი მოპოვების ბაზარი, იქნებით თუ არა დამოკიდებული ერთ, ექსკლუზიურ მომწოდებელზე.**

1.მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფების შესყიდვა მოხდება აჭარაში. საამისოდ აყვანილი იქნება დამამზადებელი, რომელიც მოსახლეობიდან შეიძენს მანდარინის არასტანდარტულ ნაყოფებს. პროექტის შემდგომი განვითარების კვალობაზე მოსახლეობას დაურიგდება 50-ლიტრიანი რძის ბიდონები, რომელშიც მოსახლეობა მოათავსებს სულფიტირებული მანდარინის დჭრილ ნაყოფებს. დარი-გებული ტარის ღირებულება ეტაპობრივად გამოისყიდება მოსახლეობის მიერ.

2. ყურძნის ჭაჭა შესყიდული იქნება ღვინის ქარხნებში, ასევე მოსახლეობაში;
3. დაფნის არასტანდარტული და დამსხვრეული ფოთლები შესყიდული იქნება როგორც მოსახლეობაში, ასევე დანის ფოთლის დამამზადებელ საწარმოებში.

ამდენად, ერთ რომელიმე ექსკლუზიურ მომწოდებელზე პროექტი არ იქნება დამოკიდებული.

**12. პროექტის განხორციელებისას რომელი წყაროთი მოხდება საბრუნავი საშუალებებისა და საოპერაციო ხარჯების დაფარვა - რა არის მათი (საოპერაციო და საბრუნავი საშუალებების ხარჯების) საპროგნოზო ოდენობა.**

საბრუნავი საშუალებებისა და საოპერაციო ხარჯების დაფარვა მოხდება პროექტის დამფუძნებლების მიერ. სავარაუდოდ, საოპერაციო და საბრუნავი საშუალებების საპროგნოზო ოდენობა პირველ ეტაპზე შეადგენს 70 ათას ლარს.

**1. მენეჯმენტი და პერსონალი**  
ცხრილი #1. პერსონალი

პოზიცია	ხელფასი ხელზე	საშემოსავლო	საპენსიო ფონდი	სულ ხარჯი თვეში	რაოდ	თვეების რაოდენობა	ლარი წელი
<b>მენეჯმენტი</b>							
დირექტორი	1000,0	170	35	885	1	12	10616
ფინანსური მენეჯერი	500,0	125	26	651	1	12	7806
მთ.ტექნოლოგი	500,0	125	26	651	1	12	7806
მომარაგების მენეჯერი	500,0	125	26	651	1	12	7806
<b>მენეჯმენტის ჯამი</b>							<b>34 035</b>
<b>საწარმოო პერსონალი ფიქსირებული ხელფასით</b>							
ტექნოლოგი/ლაბორანტი	400	100	20	520	1	7	3643
დანადგარის ოპერატორი	450	112,5	23	585	2	7	8196
ორთქლის ეკაბის ოპერატორი	400	100	20	520	1	7	3643
<b>საწარმოო პერსონალის ჯამი</b>							<b>15482</b>
<b>დამხმარე პერსონალი</b>							
დამლაგებელი	350	87,5	18	455	1	7	3188
დაცვა	200	50	10	260	3	12	9367



დამხმარე პწერსონალის ჯამი							12555
ჯამი					12		62072

## 2. პროდუქტების აღწერა და პოზიციონირება

### 2.1 გამოსაშვები პროდუქტი

გათვალისწინებულია რამდენიმე დასახელების პროდუქციის მიღება. ესენია:

- დაფნის ეთეროვანი ზეთი;
- დაფნის ჰიდროლატი;

პროდუქციის რეალიზაცია მოხდება შესაბამის ტარაში.

#### 2.1.1. დაფნის ეთეროვანი ზეთი

დაფნის ეთეროვანი ზეთი მიიღება კეთლიშობილი დაფნის (Laurus Nob. L.) როგორც ნედლი, ასევე მშრალი ნედლეულის გამოყენებით.

ფიზიკურ-ქიმიური მოთხოვნებით ზეთი უნდა პასუხობდეს დაფნის ეთეროვან ზეთზე არსებული საერთაშორისო მოთხოვნებს.

#### 2.1.2. დაფნის ჰიდროლატი

მიიღება დაფნის ნედლეულის გამოხდის პროცესში მიღებული დისტილაციური წყლების გამოხდით.

ახლი პროდუქტია, რომლის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები დადგინდება პროდუქციის საცდელი პარტიის დამზადების შემდეგ.

#### 2.1.5. პროდუქტების გამოყენების სფეროები

- დაფნისა და მანადარინის ეთეროვანი ზეთები, ისევე როგორც მათი შესაბამისი ჰიდროლატები გამოიყენება პარფიუმერიასა და კვების მრეწველობაში;

#### ფასები

პროდუქცია	EXWORK USD/კგ
დაფნის ეთეროვანი ზეთი	130
დაფნის ჰიდროლატი	14

<http://www.intracen.org/itc/market-insider/essential-oils/>

<https://www.newdirectionsaromatics.com/products/essential-oils>

## 2.2 პოზიციონირება

პროდუქცია პოზიციონირებული იქნება, როგორც ორგანული პროდუქტი, რომელიც მზადდება ნედლეულისგან, რომლის კულტივირების დროს (დაფნა, მანდარინი) არ გამოიყენება პესტიციდები, ჰერბიციდები და სხვა ქიმიური ნივთიერებები და რომელთა მოგროვება ხდება ბუნებრივად მზარდ ფლორაში.

აღსანიშნავია ის, რომ ბოლო 10 წლის პერიოდში კოსმეტიკური და ფარმაცევტული ინდუსტრია თანდათან უბრუნდება მცენარეული ნედლეულიდან წარმოებული ბუნებრივი ინგრედიენტების გამოყენებას და ზღუდავს ქიმიურ დანამატებს, რაც ფართოდ იყო გავრცელებული გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან. ამ ტენდენციამ ბოლო წლებში კიდევ უფრო გაზარდა მოთხოვნილება მცენარეულ პროდუქციაზე. ამასთან დაკავშირებით, ბუნებრივად მზარდი ნედლეულისგან მიღებული პროდუქტის იმიჯით პოზიციონირება ეთერზეთების და ბუნებრივი საღებავების ბაზარზე შეღწევისათვის ძალიან მნიშვნელოვანი ფაქტორია.

## 2.3 კონკურენცია

- დაფნის ეთეროვანი ზეთი და ჰიდროლატი, ისევე როგორც მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფებიდან მიღებული პროდუქტები იწარმოება მხოლოდ რამდენიმე ქვეყანაში ( იტალია, თურქეთი, სერბია). ამდენად, ეს პროდუქტები კონკურენტუნარიანია მსოფლიო ბაზარზე, რომელიც განიცდის მსგავსი პროდუქტების დეფიციტს..
- პურის ნატურალური დანამატი ასევე მოთხოვნადი პროდუქტია როგორც ჩვენს ქვეყანაში, ასევე, განსაკუთრებით, ევროპასა და ამერიკაში, რადგანაც ის გამორიცხავს პურის ხელოვნური დანამატების - გლუტენისა და პალმის ზეთის გამოყენების აუცილებლობას.

## 3. გასაღების ბაზრები

### ბაზრების მიმოხილვა და სემენტების ანალიზი

ეთერზეთების და ექსტრაქტების სამიზნე ბაზრებად უპირველეს ყოვლისა განიხილება ევროგაერთიანების ქვეყნები.

ასევე სამიზნე ბაზრად განიხილება უკრაინა და რუსეთი, სადაც დაფნის ეთერზეთების წარმოებისათვის არ არის სანედლეულო ბაზა, ხოლო მოთხოვნა ამ ქვეყნების კოსმეტიკური ინდუსტრიიდან მნიშვნელოვანია.

გლობალურ აგროინდუსტრიულ კომპლექსში ეთერზეთოვანი ინდუსტრია ერთ-ერთი ყველაზე მომგებიანია. ბოლო 40 წლის განმავლობაში ეთერზეთების გლობალური წარმოება გაიზარდა 50-დან 250 ათას ტონამდე წელიწადში, რისთვისაც გამოიყენება 300 სახეობის კულტივირებული და ველურად მზარდი მცენარეები.

რაც შეეხება დაფნის ეთერზეთს, საერთაშორისო სავაჭრო ცენტრის (International Trade Center) მონაცემებით, თურქეთი არამარტო დაფნის ფოთლის ერთ-ერთი უმსხვილესი ექსპორტიორია, არამედ დომინირებს დაფნის ეთერზეთის გლობალურ ბაზარზე და მსოფლიო მოთხოვნის 80%-ს

აკმაყოფილებს. დაფნის ეთერზეთი ერთ-ერთი მოთხოვნადი და ძვირადღირებული პროდუქტია, რომელიც ძირითადად ფარმაციაში გამოიყენება. 2014 წლის მონაცემებით, დაფნის ეთერზეთის საბაზრო ფასი კილოგრამზე 65-80 ევროს ფარგლებში მერყეობდა.

ეთერზეთების ძირითადი წარმოება კონცენტრირებულია ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკის ქვეყნებში (ამ პროდუქტების მსოფლიო წარმოების 40%), აზია 30%-ს შეადგენს, ხოლო 25% წარმოებულია ევროპაში.

ამერიკის კონტინენტზე ბრაზილია ყველაზე მსხვილი მწარმოებელია და დაახლოებით 6 ათას ტონას აწარმოებს წელიწადში. აშშ აწარმოებს დაახლოებით 5 ათას ტონა ეთერზეთებს, მათ შორის მნიშვნელოვანი წილი უკავია პიტნის, ციტრუსის და კედარის ეთერზეთებს.

აზიაში, ეთერზეთების უმსხვილესი მწარმოებელია ჩინეთი, რომელიც აწარმოებს პიტნის ზეთს, ციტრონოლას, კედარს და უფრო მცირე მოცულობებით - გერანის, ჟასმინის, რეჰანის, ლიმონის სანტალის ზეთებს.

ევროპაში ეთერზეთების უდიდესი მწარმოებელი არის ესპანეთი, რომელიც ყოველწლიურად აწარმოებს 1,500 ტონამდე ეთერზეთებს, ძირითადად ლავანდის, ევკალიპტის, როზმარინის ზეთებს. საფრანგეთი აწარმოებს დაახლოებით 1000 ტონა ეთერზეთებს, ძირითადად ლავანდის ზეთს.

მნიშვნელოვნად შეამცირა წარმოებული ეთერზეთების მოცულობა და დიაპაზონი საფრანგეთმა და სხვა ინდუსტრიულმა ქვეყნებმა იაფი შრომისა და სანედლეულე მცენარეების ტერიტორიების უზრუნველყოფის სირთულეების გამო. ამ პირობებში საფრანგეთმა აიღო გზა ეთერზეთების ერთობლივი წარმოების ორგანიზებაზე მაროკოში, ეგვიპტეში და სხვა განვითარებად ქვეყნებში.

მსოფლიო ბაზარზე ეთერზეთების უდიდესი ექსპორტიორი და იმპორტიორი შეერთებული შტატებია. მაგრამ თუ აშშ-ს ექსპორტის დიდი წილი მხოლოდ ოთხ სახეობაზე მოდის (ფორთოხალი, პიტნა, ლიმონი, კედარი), იმპორტი 30-ზე მეტი სხვადასხვა ეთერზეთისგან შედგება.

ეთერზეთების წარმოების ტრადიციული ცენტრები თანდათან გადადიან მესამე სამყაროს ქვეყნებში, რომლებიც განლაგებულია ეთერზეთოვანი მცენარეების მოსაშენებლად ოპტიმალურ კლიმატურ პირობებში, აქვთ იაფი მუშახელი და შედარებით თავისუფალი მიწის ფართობები. ჩინეთი თანდათანობით ხდება ეთერზეთების ერთ-ერთი უდიდესი მწარმოებელი.

წყარო:

ეთერზეთების წარმოება მსოფლიოში, ყველაზე მოთხოვნადი ეთერზეთები, 18.05.18,

МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЭФИРНЫХ МАСЕЛ, САМЫЕ ВОСТРЕБОВАННЫЕ ЭФИРНЫЕ МАСЛА,

[HTTPS://AROMATNAUKI.RU/ARTICLES/393475](https://aromatnauki.ru/articles/393475)

### ეთერზეთების იმპორტი ევროპაში

2012–2016 წლების ხუთწლიანი პერიოდის განმავლობაში ევროკავშირის ეთერზეთების იმპორტის ღირებულებები მნიშვნელოვნად გაიზარდა, ხოლო იმპორტის მოცულობა დარჩა შედარებით იგივე, რაც ასახავს ერთეულის ფასის ზრდას. იმპორტმა 2016 წელს მიაღწია თითქმის 60,000 ტონას 1,2 მილიარდი ევროს ღირებულებით. განვითარებადმა ქვეყნებმა ითამაშეს შედარებით დიდი და მზარდი როლი ევროპაში მიწოდების მთლიანი იმპორტის 45% -ით.

გრაფიკი #1. ეთერზეთების მსოფლიო წარმოება

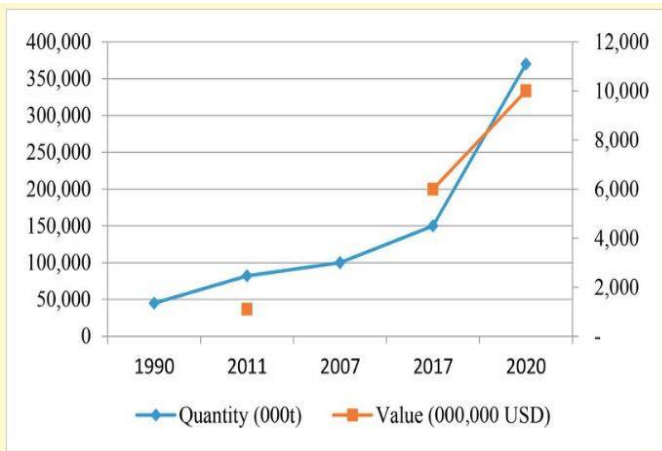


Figure 1. World production of essential oils (000 t; 000,000 USD). Source: EFEO, ISMEA.

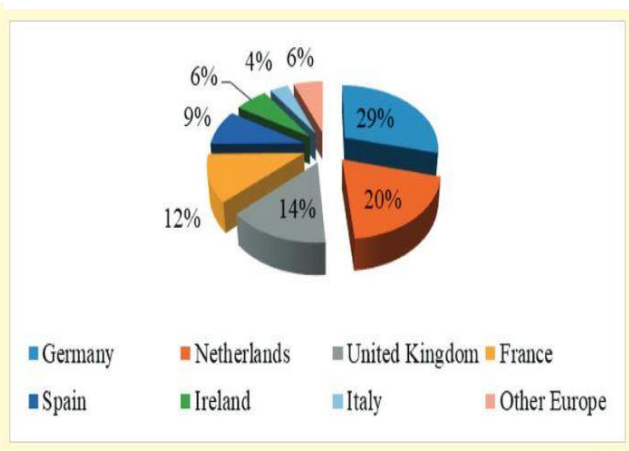


Figure 5. Leading European importers of essential oils (2016, % value). Source: Eurostat.

ეთერზეთების მსოფლიო წარმოება

ეთერზეთების იმპორტი ევროპაში

ბოლო ათწლეულის განმავლობაში, გერმანია, ნიდერლანდები, დიდი ბრიტანეთი და საფრანგეთი იყო ევროპაში ყველა ძირითადი მოცულობის იმპორტიორი. გერმანია არის ფორთოხლის, პიტნის და სხვა პიტნის ზეთების ძირითადი და სტაბილური იმპორტიორი, რომელსაც ხშირად იყენებენ კვების მრეწველობაში. როგორც ზოგადად ევროპისთვის, გერმანიის მიერ ფორთოხლის ზეთის იმპორტი ღირებულება მნიშვნელოვნად გაიზარდა (ყოველწლიურად 14%). საფრანგეთის ბაზარი განსაკუთრებით მიმზიდველია სპეციალური ზეთებისთვის, რომლებიც გამოიყენება კოსმეტიკურ სექტორში და ზოგიერთ ევროპულ ქვეყანა ეთერზეთების რეექსპორტიორია საფრანგეთში.

წყარო:

ეთერზეთები: ბაზარი და კანონმდებლობა: ჩინზია ბარბერი და პატრიცია ბორზოტო, 23.04.2018

ESSENTIAL OILS : MARKET END LEGISLATION, BY CINZIA BARBERI AND PATRIZIA BORZOTTO 23.04.2018, [HTTPS://WWW.INTECHOPEN.COM/BOOKS/POTENTIAL-OF-ESSENTIAL-OILS/ESSENTIAL-OILS-MARKET-AND-LEGISLATION](https://www.intechopen.com/books/potential-of-essential-oils/essential-oils-market-and-legislation)

### საქართველოს ბაზარი

საქართველო ეთერზეთების მოხმარებით ამ ეტაპზე არ არის მიმზიდველი აქ ფარმაცევტული და კოსმეტიკური ინდუსტრიის ნაკლებად განვითარების გამო, თუმცა კვების მრეწველობის ზრდის შემთხვევაში მცენარეთა ექსტრაქტებზე მოთხოვნის ზრდა არის მოსალოდნელი.

დღეისათვის ეთერზეთები და ექსტრაქტები საქართველოს ბაზარზე წარმოდგენილია სააფთიაქო ქსელში რუსული ფირმის „მიროლა“ს პროდუქციით, რომლის 10 მილილიტრი მანდარინის, ევკალიპტის და სხვა კიდევ 10-მდე დასახელების ეთერზეთები 2.80 ლარი ღირს, რაც კილოგრამებში 280 ლარი/კგ-ის ექვივალენტურია და თუ გავითვალისწინებთ ტრანსპორტირების

ხარჯებს, იმპორტიორის და საცალო ქსელის ფასწანამატს დამამზადებლის ფასი საწარმოდან 1 კგ-ზე სავარაუდოდ 160-170 ლარი/კგ ( 50-55 USD /კგ)-ია.

### 3.1 გაყიდვების გეგმა

რეალიზაციის მოცულობები ეფუძნება პროექტის ავტორების შეფასებებს და პოტენციურ შემსყიდველებთან კომუნიკაციას

#1 გაყიდვები ფიზიკურ ერთეულებსა და ლარებში

პროდუქცია	I წელი	II წელი	III წელი	IV წელი	V წელი
გადამუშავებული ნედლეულის რაოდენობა, კგ	10 000	20 000	30 000	40 000	40 000
დაფნისეთეროვანი ზეთიკგ/ლარი	50/6500	100/13 000	150/26 000	200/52 000	200/52 000
დაფნის ჰიდროლატი, კგ/ლარი	5 000/50000	10000/100 000	15 000/150 000	20 000/200 000	20 000/200 000

პროდუქციის რეალიზაცია სრულად მოხდება წარმოების თვეებიდან 6 თვის განმავლობაში და შემდეგი წლის წარმოების სეზონის დაწყებამდე, სავარაუდოდ 2 თვით ადრე მაისსა და ივნისში, მარაგების რაოდენობა ამოწურული იქნება

### 3.2 გაყიდვების სეზონურობა

დაგეგმილი წარმოება ხასიათდება სეზონურობით, რაც გამოწვეულია ნედლეულის მოსავლიანობის პერიოდებით. ეთერზეთების წარმოების პროცესში მაქსიმალური გამოსავლიანობის მისაღებად, როგორც დაფნის, ასევე მანდარინის ნედლეულის გადამუშავება მიზანშეწონილია ოქტომბრიდან მარტის ჩათვლით.

პროდუქციის რეალიზაცია მოხდება წარმოებიდან 6-7 თვის განმავლობაში, რადგან საწარმოს მიერ ამ პროდუქტების დაგეგმილი მოცულობები არ არის დიდი.

### 3.3 სარეალიზაციო არხებისა და დისტრიბუციის მეთოდის აღწერა

იმის გამო რომ, პროდუქციას ძირითადად საექსპორტოდ იქნება განკუთვნილი, ადგილობრივ მიმწოდებლებზე მიწოდების ხარჯები კომპანიას არ ექნება.

საექსპორტო პროდუქცია იგეგმება ეთერზეთების შემთხვევაში 10 და 20-ლიტრიან ჭურჭლებში ჩამოსხმით, ხოლო დაფნისა და მანდარინის ჰიდროლატი, ისევე როგორც მანდარინის პასტა მზა პროდუქციის სახით ჩამოსხმება სამომხმარებლო ტარაში. ექსპორტი განხორციელდება საავტომობილო გადაზიდვით. ტრანსპორტირების საშუალო პერიოდი 15 - 20 დღე.

### 3.4 მარკეტინგი

ადგილობრივ ბაზარზე რეალიზაციის ხელშეწყობისათვის მნიშვნელოვანია პოტენციური მომხმარებლისათვის წარმოებული პროდუქციის შესახებ ინფორმაციის მიწოდება მათი სასარგებლო თვისებების და დანიშნულების აღწერით. ამისათვის ყველაზე ეფექტური და სამიზნე სეგმენტზე ორიენტირებადი საშუალება ციფრული მარკეტინგია ფეისბუქის გამოყენებით.

კომპანია გეგმავს სოციალური ქსელების საშუალებით მარკეტინგულ აქტივობებს:

- ინტერნეტ პოსტერების და მოკლე ვიდეო კლიპების დამზადება და გავრცელება. კომპანიის სარეკლამო მასალაში ყურადღება იქნება გამახვილებული საქართველოს ფაუნის უნიკალურობაზე, წარმოებული პროდუქციის სასარგებლო თვისებებსა და გამოყენების სფეროებზე.

ფეისბუქზე განხორციელება ფასიანი რეკლამირება გეოგრაფიული არელების მონიშვნით.

მუდმივი სარეკლამო კომპანიის მთავარი მიზანია ისეთ მომხმარებელთა ჯგუფის შექმნა, რომელიც რეგულარულად მოიხმარენ პროდუქციას კოსმეტიკურ წარმოებასა და კვების მრეწველობაში.

### 3.5 ხარჯების სტრუქტურა

ხარჯების სტრუქტურა გათვლილია წარმოების მეორე წლის მოცულობებისათვის (ცხრილი 2).

## 4. ნედლეული

### 4.1 საწარმოო პროცესში გამოყენებული ნედლეული და დამხმარე მასალები

საწარმოს ნედლეული მხოლოდ ადგილობრივი იქნება და კომპანია თავის ასორტიმენტს გაზრდის მხოლოდ საქართველოში არსებული მცენარეების სანადლეულო ბაზის გამოყენებითიზმნეს გეგმაში დაგეგმილი წარმოების მოცულობები გათვლილია პროდუქციის შემდეგი გამოსავლიანობით ნედლეულიდან:

- დაფნის ეთერზეთი 0,5 %;
- დაფნი ჰიდროლატი 50,0%

დაგეგმილი წარმოების მოცულობებისათვის პირველ წელს საჭიროა შემდეგი რაოდენობის ნედლეული

ცხრილი #3. ნედლეულის მოცულობები

ნედლეული	I წელი	II წელი	III წელი	IV წელი	V წელი
დაფნის შეფოთილი ტოტები, კგ	10 000	20 000	30 000	40 000	100 000

ნედლეულის მოწოდების ფასები ტრანსპორტირების ჩათვლით:

- დაფნის ფოთოლი: 0.7 ლარი/კგ

#### 4.2 ნედლეულის მოწოდების არეალი

ნედლეულის მოწოდება მოხდება შემდეგი მუნიციპალიტეტებიდან:

- დაფნა: თერჯოლის და ზესტაფონის მუნიციპალიტეტები

დაფნა ფართოდ არის გავრცელებული დასავლეთ საქართველოში და საქართველო ბოლო 3-4 წელიწადში დაფნის ფოთლის ექსპორტიორთა ათეულში შედის. ფოთლის მიმღები პუნქტები სამეგრელოში, იმერეთში და გურიაში თითქმის ყველა მუნიციპალიტეტშია. დაფნის ფოთლის ფასი 40 თეთრიდან 80 თეთრამდე მერყეობს სეზონის მიხედვით. ბიზნეს გეგმაში 1 კგ დაფნის ფოთლის შესყიდვის ფასი ბიზნეს გეგმაში 70 თეთრით არის გათვლილი. ეს ფასი მოიცავს ტრანსპორტირებას. შესყიდვა მოხდება თერჯოლის და ზესტაფონის მოსახლეობიდან და დაფნის მიღები პუნქტებიდან.

### 5. წარმოება და ძირითადი მატერიალური საშუალებები

#### 5.1 ბიზნესის მდებარეობა

ნედლეულის გადამუშავება მოხდება კვების მრეწველობის სამეცნიერო - კვლევითი ინსტიტუტის თეთრიწყაროს ექსპერიმენტულ ქარხანაში.

ქარხანა იმყოფება ცენტრლურ ტრასაზე.

შენობაში შეყვანილია კომუნიკაციები: ელექტროენერგია, გაზი და წყალი.

#### 5.2 საწარმოო პროცესის დეტალური აღწერა

დაფნის ზეთის წარმოება ხდება დისტილაციის მეთოდით

წარმოება მოიცავს შემდეგ საფეხურებს

ცხრილი #4 დისტილაციის პროცესის საფეხურები

პროცესის დასახელება	დანადგარი
ნედლეულის დაწვრილმანება	დამაწვრილმანებელი დანადგარი
ნედლეულის აწონვა და გამოსახდელ დანადგარში მიწოდება და მწვავე ორთქლით დამუშავება	ტრანსპორტიორი დისტილაციის დანადგარი
ეთერზეთის გამოხდა 2-3 სთ	დისტილაციის დანადგარი
ნედლი ეთერზეთის გაფილტვრა	ფილტრი
მზა პროდუქციის ჩამოსხმა ტარაში	დოზატორი

### 5.3 მანქანა - დანადგარები და სხვა მატერიალური აქტივები

კომანია გეგმავს შემდეგი დანადგარების შეძენას საწარმოო პროცესისათვის

- ორთქლის ქვაბი, წარმადობით 1000 კგ ორთქლი საათში;
- ეთერზეთის გამოსახდელი აპარატი, 1000 ლ ტევადობის;
- დისტილაციური წყლების ფრაქციული გამოხდის დანადგარი;

დანადგარების ნაწილის შეძენა მოხდება საქართველოში (ეთერზეთების გამოსახდელი აპარატები, მანდარინის დამქუცმაცებელი დანადგარი), დანადგარების ნაწილი იმპორტირებული იქნება (ორთქლის ქვაბი, კავიტაციური დანადგარი დისტილაციური წყლების ფრაქციული გამოხდის დანადგარი).

## 6. საინვესტიციო გეგმა

### 6.1 ფიქსირებულ აქტივებში ინვესტირების დეტალები

ცხრილი #5 ინვესტიციის გეგმა

საწარმოო დანადგარები და მოწყობილობები	ცალი				
ორთქლის ქვაბი E1/9P	ცალი	1	30,500	30,500	ექსპრესენერგოპრესსერვისი, უკრაინა
ეთერზეთის გამოსახდელი აპარატი		3	15 000	45 000	თბილისის მექანიკური ქარხანა
დისტილატის ფრაქციული გამოხდის დანადგარი		1	30,0	30,0	
ლაბორატორიის ტექნიკური მოწყობილობები	კომპლექტი	1	5000	2,0	
ჯამი:				107 000	



## 7. შემოსავლებისა და ხარჯების სტრუქტურა / ფინანსური ანალიზი

### 7.1 მოგების გაანგარიშება

პირველ წელს შესრულდება სამუშაოები საწარმოს გასაშვებად (დანადგარ-მოწყობილობების შექმნა, მონტაჟი) და საცდელი პროდუქციის გამოსაშვებად.

მეორე წელს გადამუშავდება 40 ტონა დაფნის ნედლეული, რის შედეგად მიღებული წმინდა მოგება შეადგენს 50 605 ლარი. წარმოების შემდგომი ზრდა შესაძლებელი იქნება ინვესტიციების მოზიდვით.

ცხრილი #7 მოგების პროგნოზი (ლარი)

რეალიზაცია დღე-ს გარეშე	I წელი	II წელი	III წელი	IV წელი	V წელი
დაფნის ეთერზეთი, ლარი	6500	13 000	19 500	26 000	26000
დაფნის ჰიდროლატი, ლარი	50 000	100 000	150 000	200 000	200 000
გაყიდვების ჯამი, ლარი	56 5 00	113 000	169 500	226 000	226 000
<b>პირდაპირი ხარჯები, ლარი</b>					
ნედლეული	7 000,0	7 000,0	7 000,0	7 000,0	7 000,0
ნახშირი	5714,0	5714,0	5714,0	5714,0	5714,0
ელექტროენერჯია	245	245	245	245	245
ტარა	546	546	546	546	546
ეტიკეტი	30	30	30	30	30
საწარმოო პერსონალი გამომუშავებული ხელფასით	5000	5000	5000	5000	5000
საწარმოო პერსონალი ფიქსირ. ხელფასით	15482	15482	15482	15482	15482
სხვა პირდაპირი ხარჯი	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
<b>ჯამი</b>	<b>39 017</b>	<b>39 017</b>	<b>39 017</b>	<b>39 017</b>	<b>39 017</b>
საერთო მოგება		73 983	130483	186983	

მენეჯმენტი	34 035	34 035	34 035	34 035	34 035
დამხმარე პერსონალი	4 000	5 000	5 000	5 000	5 000
საოფისე ხარჯი		960	960	960	960
მარკეტინგის ხარჯი		6000	6000	6000	6000
სხვა საოფისე ხარჯი	95	2400	2400	2400	2400
ქონების გადასახადი		1000	1000	1000	1000
<b>წმინდა მოგება</b>		24 588	81 088	155290	155290

## 8. სამოქმედო გეგმა

თვე	I	II	II	IV	V	VI	VI	VII	I	X	X
	I	II	I				I	I	X		I
დანადგარების შეძენა და მიწოდება	X	X	X	X	X	X					
დანადგარების ინსტალაცია							X	X			
წარმოების ტესტირება								X			
ნელეულის შესწიფვა და წარმოება								X	X	X	X
კლიენტთან კომუნიკაცია, მარკეტინგი								X	X	X	X

### 2.11 კვებისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის ინოვაციური განვითარების ძირითადი მიმართულებების გამოკვლევა საქართველოში

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები

1. 2018-2023 წელი

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- ნ.ბადათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი -პასუხისმგებელია

ძირითადი პერსონალი:

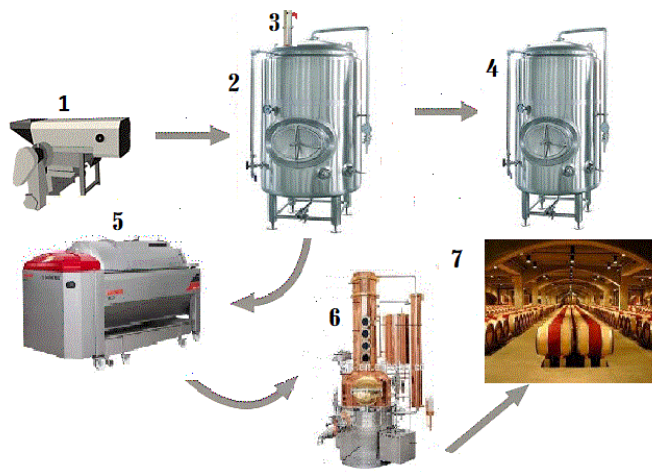
- გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი;
- ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი
- მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი.
- მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი

**გამოკლვევის შედეგები:** ქვემოთ მოყვანილია ცალკეული დარგების ინოვაციური განვითარების პერსპექტივები.

### 1. ღვინის მრეწველობა

1.1. **დაუქანგავი ღვინოების წარმოება.** საქართველოს კულტურული მემკვიდრეობის სამშობლოდ აღიარებამ მნიშვნელოვნად გაზარდა მეღვინეობის წამყვან ქვეყნებში დაინტერესება ქართული ტიპის ღვინოების მიმართ. სამწუხაროდ, როგორც ბოლო წლების გამოხმაურებების გაცნობამ გვიჩვენა, არსებული (კახური) ტექნოლოგიით თეთრი ყურძნის გადამამუშავება არაპერსპექტიულია, რადგანაც, უცხოელი ექსპერტების დასკვნის შესაბამისად, ამ ტექნოლოგიით მიიღება ნაკლებად საინტერესო დაქანგული, ე.წ. „ბრტყელი“ ღვინოები, რომლებიც ვერ წარმოაჩენენ ყურძნის ჯიშო-ბრივ თავისებურებებს. ამასთან დაკავშირებით აუცილებლად მიგვაჩნია ქართული ტიპის დაუქანგავი ღვინოების წარმოების ტექნოლოგიებზე გადასვლა, რომელიც ცნობილი და აღიარებული იყო მსოფლიოში ჩვენი წ.ა. მე-10 საუკუნეში.

#### dauJangavi Rvinoebis warmoebis teqnologiuri procesis sqema:



1 \_ yurZnis saWylet-klertgamcleli aparati; 2 – saduRari WurWeli;

3 – ukusarqveli; 4 – TviTnadeni da pirveli fraqciis Rvinis dasavargebeli WurWeli; 5 – wnexi; 6 – nawnexi fraqciis gamosaxdeli aparati; 7 – Rvinis distilatis dasavargebeli kasrebi

**დაუყანგავი თეთრი ღვინოები განეკუთვნება სუფრის უმაღლესი კატეგორიის ძვირად ღირებულ ღვინოებს.** მიზანშეწონილია საქართველოში ფართოდ დაინერგოს საქართველოს კვების მრეწველობის ს/კ ინსტიტუტის მიერ მოდიფიცირებული კოლხური დაუყანგავი თეთრი ღვინოების წარმოების ტექნოლოგია, რომელსაც მსოფლიო მეღვინეობის პრაქტიკაში ანალოგი არ გააჩნია. ტექნოლოგია რეალიზდება როგორც ქვევრში, ასევე მიწისზედა სადულარ ჭურჭელში.

**1.2.** ჩვენ მიერ ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად, პირველად მსოფლიო მეღვინეობის პრაქტიკაში შემოთავაზებულ იქნა წითელი და თეთრი ყურძნების გადამუშავების მეთოდი, რომელიც ითვლისწინებს მადულარი არედან წიპწის სრულ მოშორებას და დურდოს დადუღებას ანაერობულ (თეთრი ყურძნის დურდო) და აერობულ (წითელი ყურძნის დურდო) პირობებში, როგორც მიწაში ჩაფლულ, ასევე მიწისზედა ქვევრებში.

**მოსალოდნელი შემოსავალი:** ამ ახალი ტიპის ქართული ღვინოების (თეთრი და წითელის) სარეალიზაციო ფასი საშუალოდ შეადგენს 10-12 აშშ დოლარს. თუ ახალი ტექნოლოგიებით გადავამუშავებთ რეალურად არსებულ 300 ათას ტონა ყურძნის ნახევარს მაინც, მხოლოდ მეღვინეობის დარგის შემოსავალი მიაღწევს **1,2 მლრდ აშშ დოლარს.**

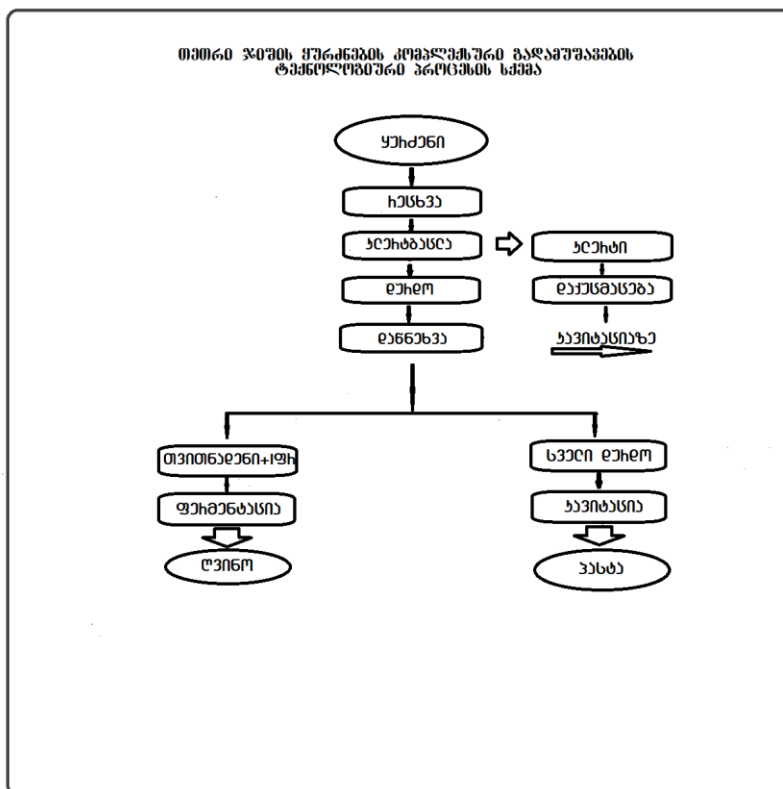
**1.3. ქართული ტიპის ახალგაზრდა ღვინოების წარმოება.** კვების მრეწველობის ს/კ ინსტიტუტში დამუშავებულია ახალგაზრდა ღვინოების წარმოების პრინციპულად ახალი ტექნოლოგია, რომელიც, უცხოური ანალოგებისაგან განსხვავებით, შესაძლებლობას იძლევა მიღებულ იქმნას როგორც თეთრი, ასევე წითელი მაღალხარისხოვანი ახალგაზრდა ღვინოები. ტექნოლოგიის დანერგვა მნიშვნელოვნად გააფარ-თოებს ქართული ღვინოების ასორტიმენტს, გაზრდის მათ ცნობადობას მსოფლიო ბაზარზე.

**1.4. თეთრი და წითელი ღვინოების წარმოება მიწისზედა ქვევრებში.** უცხოეთის მრავალ ქვეყანაში ბოლო წლების გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ქართული საღვინე ჭურჭლის - ქვევრის ფორმა წარმოადგენს ე.წ. „ოქროს კვეთს“, და სწორედ ქვევრის ეს ფორმა განაპირობებს მასში დაყენებული ღვინის ხარისხს და არა იმ თიხის ქიმიური შედგენილობა, რომლისგანაც მზადდება ქვევრი. მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში წარმატებით იყენებენ სხვადასხვა მასალე-ბისაგან დამზადებულ მიწისზედა ქვევრებს ლუდისა და ცქრიალა ღვინოების, სხვადასხვა ტიპის წყნარი ღვინოების დაყენებისას. მეღვინეობის დარგის საექსპორტო პოტენციალის გაზრდის მიზნით, აუცილებლად მიგვაჩნია ფართოდ გაიშალოს სამეცნიერო -კვლევითი სამუშაოები მიწისზედა ქვევრებში ქართული ღვინოების წარმოების მეცნიერული საფუძვლების გამოკვლევის მიზნით. მიღებული შედეგების საფუძველზე უნდა დამუშავდეს მიწისზედა ქართულ ქვევრებში სხვადასხვა ტიპის ქართული ღვინოების წარმოების რაციონალური ტექნოლოგიები.

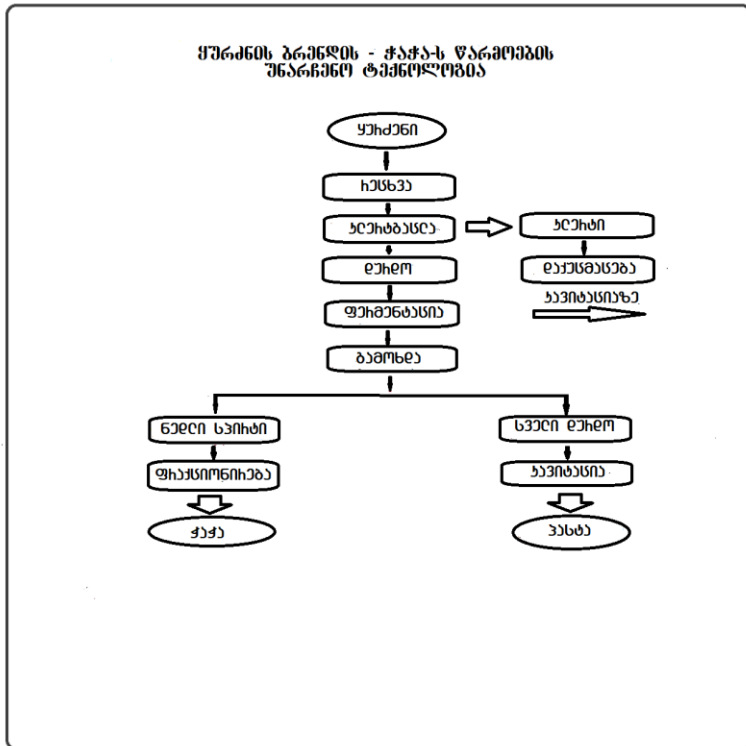
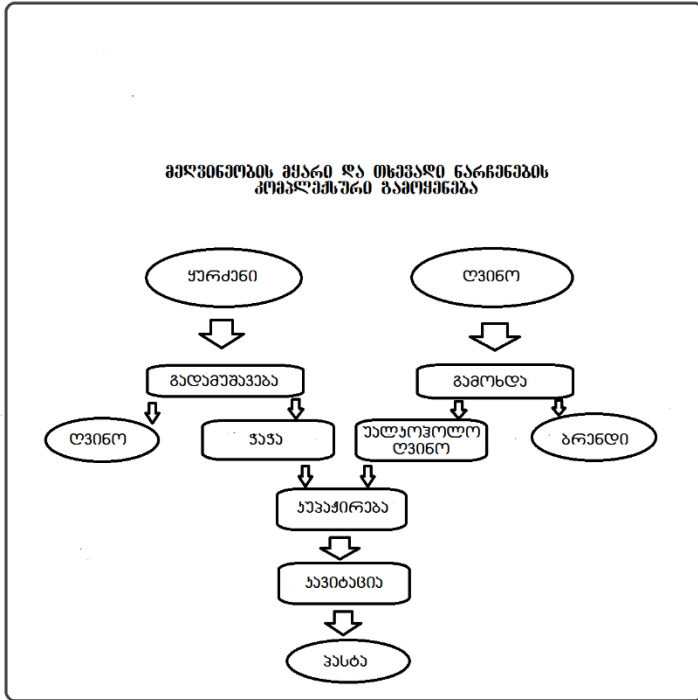
მიწისზედა ქვევრები



თეთრი და წითელი ჯიშის ყურძნების უნარჩენო გადამუშავების ტექნოლოგიები. საქართველოში ყურძნის გადამუშავებისას საშუალოდ გროვდება 60-70ათასი ტონა ყურძნის მეორადი ნედლეული, რომელიც, ძირითადად, არ გამოიყენება, იყრება და აბინძურებს გარემოს. კვების მრეწველობის ს/კ ინსტიტუტში დამუშავებულია თეთრი და წითელი ჯიშის ყურძნების უნარჩენო გადამუშავების ტექნოლოგიები, რომელთა სამრეწველო მასშტაბით დანერგვა გაზრდის ყურძნის გადამუშავების რენტაბელობას, მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს ღვინის ხარისხს.







ყურძენის ფენოლების წარმოება მეორადი ნედლეულიდან დარგის შესაბამისი გადაიარაღების შემდეგ ყურძენის გადამამუშავების მყარი ნარჩენები შეიძლება გამოვიყენოთ ყურძენის ფენოლების მისაღებად. ყოველი 100 ათასი ტონა ყურძენის გადამამუშავების ნარჩენებიდან უცხოეთის მეღვინეობის ქვეყნებში მიიღება 700 მლნ აშშ დოლარის ღირებულების საექსპორტო პროდუქცია.

**მოსალოდნელი შემოსავალი:** საქართველოში გადამუშავებული ყურძნის მოცულობამ მიაღწია 300 ათას ტონას. შესაბამისად, პერსპექტივაში შეიძლება ვაწარმოოთ **2,1 მლრდ აშშ დოლარის ღირებულების საექსპორტო პროდუქცია.**

**1.7. ალკოჰოლიანი სასმელების წარმოება.** ინსტიტუტის ინიციატივით „ვაზისა და ღვინის შესახებ“ საქართველოს კანონში შეტანილი ჭაჭის არყის წარმოების პრინციპულად ახალი ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა ვაწარმოოთ კონიაკთან შედარებით გაცილებით უფრო მაღალი ხარისხის ყურძნისეული წარმოშობის ალკოჰოლიანი სასმელი - ჭაჭა. უნდა მოვახდინოთ ჭაჭის არყის ასორტიმენტის მნიშვნელოვანი გაფართოება, როგორც ეს მოხდა იტალიაში ჭაჭის არყის - გრაპას შემთხვევაში. დღეს გრაპა იყიდება ხუთივე კონტინენტზე და ქვეყნის ბიუჯეტში შემოაქვს მნიშვნელოვანი შემოსავალი. ხაზი უნდა გაესვას იმასაც, რომ გრაპას წარმოების მეცნიერული უზრუნველყოფისათვის იტალიაში ფუნქციონირებს საამისოდ სპეციალურად შექმნილი გრაპას 5 სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი. საქართველოში იგივე ფუნქცია შეიძლება დაეკისროს საქართველოს კვების მრეწველობის ს/კ ინსტიტუტს.

**მოსალოდნელი შემოსავალი:** გასულ წლებში საქართველო აწარმოებდა 22 მლნ ბოთლ ქართულ კონიაკს. ანუ, ამ მაჩვენებელზე ორიენტირებით, შესაძლებელია ვაწარმოოთ 200-250 მლნ აშშ დოლარის ღირებულების პროდუქცია.

- მსოფლიოში სულ უფრო პოპულარული ხდება თეთრი ვისკი, რომელიც წარმოადგენს ახლადგამოხდელ დისტილატს და არ მოითხოვს მუხის კასრებში დაძველებას. კვების მრეწველობის ს/კ კვლევითი ინსტიტუტის მიერ დაპატენტებული სიმინდისა და ხორბლის თეთრი ვისკის წარმოების ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაფართოვდეს ალკო-ჰოლიანი სასმელების ასორტიმენტი როგორც ადგი-ლობრივი, ასევე იმპორტირებული ნედლე-დულის გამოყენებით, გაიზარდოს ქვეყნის საექსპორტო პოტენციალი.

**მოსალოდნელი შემოსავალი:** 50 მლნ დოლარი.

## 2. საკონსერვო მრეწველობა

**2.1. თხევადი მანდარინის წარმოება.** ცნობილია, რომ მანდარინის ნაყოფების დამზადებისას არასტანდარტული ნაყოფების რაოდენობა შეადგენს 40-50%-ს. დღეისათვის აღნიშნული ნაყოფების ნაწილი გამოიყენება არაპერსპექტიული მანდარინის კონცენ-ტრირებული წვენის მისა-ღებად. პროდუქციის გამოსავალი მინიმალურია, რის გამო ნედლეულის 80% არ გამოიყენება, იყრება და აბინძურებს გარემოს.

კვების მრეწველობის ს/კ ინსტიტუტში დამუშავდა და სამრეწველო მასშტაბით გამოიცადა მანდარინის ნაყოფებიდან „თხევადი მანდარინის“ მიღების რაციონალური ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს ნედლეულის უნარჩენო გამოყენებას. თხევადი მანდარინი გამოიცადა პურის ქარხნებში როგორც ნატურალური დანამატი, რომელიც მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს პურისა და პურპროდუქტების სამკურნალო-პროფი-ლაქტიკურ თვისებებს და გამორიცხავს იმპორტირებული ხელოვნური პურის გამაუმ-ჯობესებლის გამოყენების აუცილებლობას.



1 კგ „თხევადი მანდარინი“-ს ღირებულება საშუალოდ შეადგენს 70 თეთრს. ის შეიძლება დაემატოს პურსა და პურპროდუქტებს 10 - დან 20%-მდე რაოდენობით. „თხევადი მანდარინის“, როგორც ნატურალური საკვები დანამატის, გამოყენება მნიშვნელოვნად შეამცირებს პურის თვითღირებულებას.

შემოთავაზებული ახალი ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა სრულად ავითვისოთ გამოუყენებელი რეზერვის მდგომარეობაში არსებული მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფების არსებული რესურსები (დაახლოებით 40 ათასი ტონა).

**მოსალოდნელი შემოსავალი:** 30-35 მლნ ლარი.

**2.2. მანდარინის კომპლექსური გადამუშავების ტექნოლოგია.** დარგის შესაბამისი გადაიარაღების შემდეგ მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფების გამოყენებით შეიძლება ვაწარმოოთ 2 პროდუქტი: 900 კგ/ტ მანდარინის პასტა (1 კგ-ს ღირებულება 10 აშშ დოლარი) და 100 კგ/ტ მანდარინის ჰიდროლატი (1 კგ-ს ღირებულება შეადგენს 40 აშშ დოლარს) ანუ, 1 ტ მანდარინის ნაყოფის გადამუშავებით მიიღება 13 000 დოლარის ღირებულების საექსპორტო პროდუქცია. სულ საქართველოში ყოველწლიურად საშუალოდ გროვდება 40 ათასი ტონა მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფი.

**მოსალოდნელი შემოსავალი:** 520 მლნ აშშ დოლარი.

**2.3. ქართული საწებლების წარმოება.** კვების მრეწველობის ს/კ ინსტიტუტში ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ საქართველო ერთად-ერთი ქვეყანაა მსოფლიოში, სადაც გამოყვანილ იქნა ტყემლის სამრეწველო ჯიშები და მათი ნაყოფი გამოიყენება საწებლების დასამზადებლად. უცხოეთში (ბულგარეთი, რუსეთი, იტალია, საფრანგეთი) ჩატარებული დეგუსტაციებით დადგინდა, რომ ქართულ საწებელს - „ტყემალს“ გააჩნია დიდი პერსპექტივები საექსპორტო პროდუქციის სახით.

პირველად იქნა დამუშავებული ეთერზეთოვან ნატურალურ არომატიზატორებზე დამზადებული ქართული საწებლების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგია, რომელიც საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაფართოვდეს წარმოებული პროდუქციის ასორტიმენტი, გაიზარდოს მათი კონკურენტუნარიანობა მსოფლიო ბაზარზე.

**მოსალოდნელი შემოსავალი :** 20 მლნ აშშ დოლარი.

#### **2.4. ფუნქციური დანიშნულების ხილ - კენკროვანთა წვენების წარმოება.**

კვების მრეწველობის ს/კ ინსტიტუტში მსოფლიო პრაქტიკაში პირველად დამუშავდა ხილ-კენკროვანთა ნაყოფების ფუნქციური დანიშნულების (ანტიოქსიდანტური) წვენების მიღების ტექნოლოგია ნატურალური ეთეროვანი ზეთების გამოყენებით. ტექნოლოგია ითვალისწინებს ეკოლოგიურად სუფთა სასმელების მიღებას. ახალი ასორტიმენტის ფუნქციური დანიშნულების სასმელები შეიძლება ვაწარმოოთ როგორც ადგილობრივი ნედლეულის, ასევე იმპორტირებული წვენების კონცენტრატების გამოყენებით, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის ადგილობრივი მოხმარებისა და განსაკუთრებით საექსპორტო პროდუქციის მოცულობას.

**სავარაუდო შემოსავალი:**

ფუნქციური სასმელები:



### 3. შაქრის წარმოება

ინსტიტუტის მიერ დაპატენტებულია შაქრის სორგოდან თხევადი შაქრის წარმოების ტექნოლოგია. შაქრის სორგო გვალვამდე მცენარეა, ის შეიძლება გავაშენოთ გარე კახეთში არსებულ დამლაშებულ და ბიცობ ნიადაგებზე. სორგო ახდენს ამ ნიადაგების განმარილიანებას. თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ ასეთი გამოუყენებელი მიწის ფართობები საშუალოდ შეადგენს 200 ათას ჰექტარს, აქ შეიძლება ვაწარმოოთ 50 ათასი ტონა სამამულო შაქარი.



Saqr's sorgos plantacia

### 4. ეთეროვანი ზეთების წარმოება

*eTerovani zeTebi warmoadgenen naturalur aromatizato-rebs da farTod gamoiyeneba alkoholiani da ualkoholo sasmelbis, sakon-ditro nawarmis da sxva kvebis produqtebis aromatizaciisaTvis. MmsoflioSi eTerovan zeTebze, rogorc naturalur aromatizatorebze moTxovniliba yovelwliurad izrdeba, magram eko-logiurad sufTa eTerovani zeTebis warmoeba CamorCeba moTxovnilibas.*

საქართველოში გასულ წლებში წარმატებით ფუნქციონირებდა ნატურალური ეთეროვანი ზეთების მწარმოებელი 28 მეურნეობა-ქარხანა - კონცერნი „საქეთერ-ზეთი“. წარმოებული პროდუქციის 90% გადიოდა ექსპორტზე.

დღევანდელ პირობებში, მსოფლიო ბაზრის მოთხოვნების გათვალისწინებით, პერსპექტიულად გვესახება - შემდეგი ეთეროვანი ზეთების წარმოება.

**4.1. ქინძის ეთეროვანი ზეთის წარმოება.** ამ მიზნით შესაძლებელია კახეთში (ახმეტის რაიონი) კერძო ეხლახან აშენებული ქინძის ზეთის მწარმოებელი და მარნეულის რაიონის ს. შულავერში არსებული სიმძლავრეების გამოყენება.

ქინძის ზეთი წარმოადგენს მსოფლიო ბაზარზე მოთხოვნად პროდუქტს. ქინძის ნედლეულის გადამუშავებისას დარჩილი მყარი ნარჩენები (გადამუშავებული ნედლეულის 99%) შეიცავს ცხიმზეთებს და ამდენად წარმოადგენს შესანიშნავ საკვებს მეცხოველეობისათვის. ზეთის გამოხდის ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობისას ასევე წარმოიქმნება თხევადი ნარჩენები - დისტილაციური წყლები, საიდანაც მიიღება ქინძის ჰიდროლატი, საწყისი ნედლეულის 30%-ის ოდენობით. 1 ლიტრი ქინძის ჰიდროლატის ღირებულება შეადგენს 60 აშშ დოლარს.

**მოსალოდნელი შემოსავალი :** 25 მლნ, აშშ დოლარი.

**4.2. ვარდის ეთეროვანი ზეთის წარმოება.** ვარდის ეთეროვან ზეთზე მოთხოვნილება ყოველწლიურად იზრდება. 1 კგ ზეთის ღირებულება შეადგენს 10 ათას აშშ დოლარს.

ვარდის ზეთის ძირითადი მწარმოებელია ბულგარეთი, სადაც 1 ტონა ვარდის ფოთოლიდან მიიღება მხოლოდ 200 გრამი ზეთი. საქართველოს კვების მრეწველობის ს/კ ინსტიტუტში დამუშავებულ იქნა ანაერობულ პირობებში ვარდის ფოთლის ფერმენ-ტაციის მეთოდი. ამ ახალი ტექნოლოგიით ვარდის ნედლეულიდან ზეთის გამოსავალმა შეადგინა 800 გრამი, ანუ გაიზარდა 4 ჯერ. ტექნოლოგიამ ფართო სამრეწველო გამოცდა გაიარა ყოფილი სსრ კავშირის საწარმოებში. ქართული ტექნოლოგიით მიღებული ვარდის ზეთი გამოიყენება საფრანგეთსა და ავსტრიაში. დადგინდა, რომ ის გაცილებით უფრო მაღალი ხარისხისაა ბულგარულ ზეთთან შედარებით. ვარდის ზეთის წარმოებასთან ერთად საქართველოში ასევე პერსპექტიულია ლავანდის, დაფნისა და სხვა ეთეროვანი ზეთების წარმოება.

**მოსალოდნელი შემოსავალი :** 15-20 მლნ აშშ დოლარი.

#### **4.3. ბალახოვანი ეთეროვანი ნედლეულის გადამუშავების ახალი ტექნოლოგია**

*Aaxali teqnologiis Sedareba ucxourTan.* Akvebis mrewvelobis s/k insti-tutSi damuSavebuli axali teqnologiis upiratesoba arsebulTan SedarebiT mdgomareobs imaSi, rom misi gamoyenebis Sedegad miiReba ekologiurad sufTa eTerovani zeTebi, mkveTrad mcirdeba (50-60%-iT) 1kg eTerovani zeTis gamo-xdisaTvis saWiro orTqlis xarji, 50-60%-iT izrdeba gamosaxdeli aparatebis warmadoba, radganac Sesabamisad mcirdeba gamosaxdeli nedleulis masa.

*aRsanisnavia isic, rom yoveli 1 tona nedleulis gadamuSavebisas eTe-rovan zeTTan erTad (1-5 kg) axali teqnologiit damatebit miiReba 500-600 kg bioaqtiuri nivTierebebit gamdidrebuli naturaluri wveni, romlis 1 kg-is Rirebuleba saSualod Seadgens 1 lars, e.i. Tanamdevi produqtis saxiT miiReba 500-600 laris Rirebulebis naturaluri wvenebi, rac mniSvnelovnad zrdis eTerovani zeTis warmoebis rentabelobas.*

*eTerzeTovani nedleulis kompleksuri  
gadamusavebis teqნologia*



### 5. მცენარეული ზეთების წარმოება

არსებული ნედლეულიდან (რეალურად არსებობს მზესუმზირისა და ყურძნის წიპწის ნედლეულის რესურსები) პერსპექტივაში საქართველოში შეიძლება ვაწარმოოთ 11,2 ათასი ტონა ზეთი (მცენარეულ ზეთებზე არსებული წლიური მოთხოვნილება შეადგენს 80 ათას ტონას). როგორც ადგილობრივი, ასევე იმპორტირებული ნედლი ზეთების (მზესუმზირის, სოიოს, რაფსის) და ადგილობრივი ნედლეულის - ზაფრანას გამოყენებით შეიძლება ვაწარმოოთ საექსპორტო პროდუქცია - კაროტინით გამდიდრებული ზეთები, რომლებიც გამოიყენება როგორც ნატურალური საღებავი და ასევე სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების პროდუქტი - საკვები ზეთი.

ფუნქციური დანიშნულების მცენარეული ზეთები



*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

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

3.1.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

3.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

##### 4.2.

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

- 1.
- 2.

2) პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები

- 1.
- 2.

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

- 1.
- 2.

*დასრულებული კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

#### 5. პატენტები:

5.1. საერთაშორისო პატენტები:

1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

2) გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები

- 1.
- 2.

3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

## 5.2. ეროვნული პატენტები

### 1) საპატენტო თემატიკის სათაური

- 1.
- 2.

### 2) გამომგონებელი/ები და პატენტფლობელი/ები

- 1.
- 2.

### 3) პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი

- 1.
- 2.

## 6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

#### 1) გენადი ბალათურია, ნუგზარ ბალათურია

#### 2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. მეცნიერებისა და განათლების სტრატეგია კვებისა და გადამამუშავებელ მრეწველობაში  
**ISBN 978 – 9941 – 8 – 3480 - 6**

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. თბილისი, შპს „ბენე“. ციფრული პოლიგრაფიის ოფისი

#### 4) გვერდების რაოდენობა

1. 41 გვერდი

### *ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

ნაშრომი წარმოადგენს საქართველოში ჩატარებულ პირველ გამოკვლევას, რომელიც ეძღვნება უმაღლესი განათლებისა და მეცნიერების სფეროში სახელმწიფო – კერძო პარტნიორობის (სკპ) სამართლებრივ პრობლემებსა და განვითარების სტრატეგიას. ავტორები სკპ-ს განიხილავენ როგორც კვებისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის სფეროში მეცნიერებისა და უმაღლესი განათლების განვითარების მოქნილ და პერსპექტიულ ინსტრუმენტს ინფრასტრუქტურაში კერძო ინვესტიციების მოსაზიდად, რაც უზრუნველყოფს სამეცნიერო – საგანმანათლებლო ცენტრების კორპორაციას რეალური ეკონომიკის სექტორის კომპანიებთან, რაც, თავის მხრივ, ემსახურება ნაციონალური მიზნების მიღწე-ვასა და მეცნიერების სფეროში ქვეყნის სტრატეგიული ამოცანების გადაჭრის საქმეს. სახელმწიფოსა და ბიზნესის თანამშრომლობის უფრო მარტივ მოდელებთან შედარებით, წარმოდგენილი ინსტრუმენტი გულისხმობს უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებებისა და სამეცნიერო – კვლევითი ორგანიზაციების უფრო მჭიდრო ურთიერთქმედებას რეალური ეკონომიკის საინვესტიციო, ტექნო-ლოგიურ და სამრეწველო რესურსებთან.

2) მ.ხოსიტაშვილი; მ.ორმოცაძე; მ გორგილაძე.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. ფორთოხლის წვენის ნატურალობის პარამეტრები და მათი განსაზღვრის მეთოდების შემუშავება, ISBN 978-9941-8-3717-3

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. გამომცემლობა „არტანუჯი“

4) გვერდების რაოდენობა

1. 110 გვერდი

### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

**ანოტაცია:** წინამდებარე მონოგრაფიაში გამოკვლეულია ფორთოხლის წვენის ნატურალობის პარამეტრები და შემუშავებულია მათი განსაზღვრის მეთოდები. სახელმძღვანელოში გაშუქებულია ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების შესწავლის საფუძველზე, ფორთოხლის წვენების ნატურალობის მახასიათებელი მეცნიერებულად დასაბუთებული პარამეტრები. მონოგრაფია განკუთვნილია უნივერსიტეტების სასურსათო ტექნოლოგიების მიმართულების ბაკალავრიატის, მაგისტრატურისა და დოქტორანტურის სტუდენტებისათვის, სურსათის საგამოცდო ლაბორატორიებისა და სასურსათო წარმოების მუშაკებისათვის.

### **6.2. სახელმძღვანელოები**

1) ავტორი/ავტორები

1. მ.ხოსიტაშვილი;

2. მ.ორმოცაძე

2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

1. სხვადასხვა საფუარის გავლენის დადგენა ღვინის არომატულ კომპონენტებზე, ISBN 978-9941-8 -3716-6

2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. გამომცემლობა „არტანუჯი“

2.

4) გვერდების რაოდენობა

1. 120 გვერდი

2.

### **ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

წინამდებარე სახელმძღვანელოში გამოკვლეულია სხვადასხვა საფუარების მოქმედების გავლენა ღვინის ხარისხზე. სახელმძღვანელოში გაშუქებულია სხვადასხვა საფუარის წმინდა კულტურების დუდილის ენერჯია და გამრავლების ინტენსიობა; ზოგიერთი მინერალური ელემენტის გავლენა საფუარების გამრავლების ინტენსიობაზე; ღვინომასალის არომატის წარმომქმნელი კომპონენტები ტკბილის ალკოჰოლური დუდილისა და ღვინომასალის მომწიფების პროცესში და მისი გავლენა ღვინის ხარისხზე. სახელმძღვანელო



განკუთვნილია უნივერსიტეტების სასურსათო ტექნოლოგიების მიმართულების ბაკალავრიატის, მაგისტრატურისა და დოქტორანტურის სტუდენტებისათვის, სურსათის საგამოცდო ლაბორატორიებისა და სასურსათო წარმოების მუშაკებისათვის.

### 6.3. კრებულები

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

#### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

#### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

#### 2) სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI

- 1.
- 2.

#### 3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

- 1.
- 2.

#### 4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

#### 5) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

### 6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

#### 1) ავტორი/ავტორები

ნ.ბალათურია  
გ.ბალათურია

2) სტატიის სათაური, ISSN

1. მცენარეული ნედლეულის კომპლექსური გადამუშავება
- 2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Journal of Agrarian Change - Volume 21, Issue 2, April 2021.
- 2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

მეცნიერება და ტექნოლოგიები. სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი. #2, 2021.

5) გვერდების რაოდენობა

1. 11 გვერდი
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

დამუშავებულია მცენარეული ნედლეულიდან- ყურძენი, მანდარინის ნაყოფების კომპლექსური გადამუშავების ტექნოლოგიები. ყურძნის კომპლექსური გადამუშავებისას მიზნობრივ პროდუქტთან - ღვინოსთან ერთად მიიღება ახალი პროდუქტები: ყურძნის პასტა და ყურძნის ჰიდროლატი. მანდარინის ნაყოფების გადამუშავებისას მიიღება: მანდარინის პასტა, მანდარინის ჰიდროლატი და პარფიუმერული ლიმონენი.

ყურძნისა და მანდარინის ნედლეულის კომპლექსური და უნარჩენო გადამუშავება მნიშვნელოვნად ზრდის წარმოების ეფექტურობას.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

- 1) ავტორი/ავტორები
- 1.
- 2.

2) მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

**ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

## 7.2. სახელმძღვანელოები

### 1) ავტორი/ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 7.3. კრებულები

### 1) ავტორები

- 1.
- 2.

### 2) კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN

- 1.
- 2.

### 3) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

- 1.
- 2.

### 4) გვერდების რაოდენობა

- 1.
- 2.

*ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)*

## 7.4. სტატიები

### 1) ავტორი/ავტორები

1. მ.ხოსიტაშვილი
2. მ.ორმოცაძე
3. ბ. ბააზოვი
4. გ.ბუიშვილი

### 2) სტატიის სათაური, ISSN

1. Evaluation of tyrosol content in honey and its wine of different origins of Georgia-Published by Wiley-Blackwell Publishing Ltd,

Online ISSN 14710366, 14710358

2.

3) ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი

1. Journal of Agrarian Change - Volume 21, Issue 2,

April 2021.

2.

4) გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა

1. Journal of Agrarian Change,

ISSN: 14710366, 14710358,

Wiley-Blackwell Publishing Ltd,

United Kingdom

2.

5) გვერდების რაოდენობა

1. 5 გვერდი

2.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. მ.ორმოცაძე

2) მოხსენების სათაური

1. Impact of pesticides on the quality and safety of grapes and their processed products

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. International Scientific Conference Chemical and Technological Aspects of Biopolymers CHTAB 2021, Tbilisi

2. 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. **Kekelidze Inessa, Ebelashvili Nana, Japaridze Murman**

2) მოხსენების სათაური

1. Phenolic characterization of red dessert wine produced with innovative technology,

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. Internet Journal of Viticulture and Enology, **Poster presented at Enoforum, May, 18-20 2021 - Virtual, Italy**

[https://www.infowine.com/en/technical\\_articles/phenolic\\_characterization\\_of\\_red\\_dessert\\_wine\\_produced\\_with\\_innovative\\_technology\\_sc\\_19458.htm](https://www.infowine.com/en/technical_articles/phenolic_characterization_of_red_dessert_wine_produced_with_innovative_technology_sc_19458.htm)

3, 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

**ნ.ალხანაშვილი**

2) მოხსენების სათაური

1. saneleblebis kompoziciis komponentebi moxarSuli

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

ssmm akademiis akademikosis profesor guram tyemalaZis 80 wlis iubilisadmi miZRvnili saerTaSoriso samecniero-praqtikuli konferencia@''inovaciuri kvlevis aspektebi agrarul mecnierebebSi''. Tbilisi, 20-21 noemberi, 2021 w.@

4. 1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

baRaTuria n.S., alxanaSvilin. g., demeniuk m.n.

2) მოხსენების სათაური

1. ZexveulisTvis. saqarTvelos sanelebel- aromatuli nedleulis bazaze moxarSuli ZexveulisTvis saneleblebis kompoziciis Sedgena da misi ZexveulSi Setanis teqnologia.

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

ssmm akademiis akademikosis profesor guram tyemalaZis 80 wlis iubilisadmi miZRvnili saerTaSoriso samecniero-praqtikuli konferencia@''inovaciuri kvlevis aspektebi agrarul mecnierebebSi''. Tbilisi, 20-21 noemberi, 2021 w.@

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

8. 2. უცხოეთში

1) მომხსენებელი/მომხსენებლები

1. N.Baghaturia, E.Kalatozishvili, M.loladze

2. N.Baghaturia, I.Kekelidze, M.loladze

2) მოხსენების სათაური

1. Investigation of wine distillates (chcha vodka spirits) received from tsolicouru and rkatsiteli grape farieties

2. Influence of grape stems and fermentation vessels on wine quality

3) ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1. Enoforum 2021, Virtual Onlain conference, Italy, May, 18-20, 2021

2. Enoforum 2021, Virtual Onlain conference, Italy, May, 18-20, 2021

*მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)*

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